UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL *Theobroma cacao* L. Y SU EFECTO EN LA NUTRICIÓN HUMANA.

AUTOR(ES):

Daniela Brigette Guevara Campoverde

Nelly Jazmín Peñafiel Bonilla

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Miguel Ángel Enríquez Estrella

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANTIOXIDANTES PRESENTES EN EL *Theobroma cacao* L. Y SU EFECTO EN LA NUTRICIÓN HUMANA.

AUTOR(ES):

Daniela Brigette Guevara Campoverde

Nelly Jazmín Peñafiel Bonilla

DOCENTE - TUTOR:

MSc. Miguel Ángel Enríquez Estrella

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título es conciso e informativo.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	El resumen es completo
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	La introducción es completa.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	El marco teórico es completo
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	La metodología ha sido mejorada,

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	Los resultados han sido ampliamente mejorados
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	98/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	98

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
MATTEO RADICE .

Matteo Radice
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 8 días del mes de marzo de 2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	El título es conciso de la idea principal
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	La información presentada da a conocer aspectos relevantes de la investigación incorporando objetivos metodología principales resultados
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	15/20	Describe la relevancia del tema problemática objetivo de la investigación sin embargo la redacción y os conectores utilizados son mejorables elementos que se envió a realizar mejoras y no se evidencia esos cambios recomendados.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12/15	El marco teórico es coherente sin embargo es muy reducido para la temática investigada.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Expone con claridad el procesamiento de la información

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	Los resultados presentados están organizados en función del objetivo sin embargo la redacción y falta de una comparación de antioxidantes entre variedades no es clara.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Las conclusiones son claras y precisas, acorde a los objetivos trazados.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Las referencias en el documento cumplen con las normas
VALORACIÓN TOTAL	86/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	86

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO NICOLAS AGUIAR NOVILLO

Santiago Nicolás Aguiar Novillo.
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de Marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 03 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Guevara Campoverde Daniela Brigette, con C.I. 2200039515, con el Tema: "Antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao L*. y su efecto en la nutrición humana", de la carrera de Agroindustria. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Miguel Ángel Enríquez Estrella, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 1%, Informe generado con fecha 1 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA

Firmado digitalmente por MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA
Fecha: 2023.03.03 08:55:49 -05'00'

Ing. Miguel Ángel Enríquez Estrella Mg.

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Document Information

Analyzed document	TIC-580_CORREGIDO.docx (D159825341)
Submitted	3/1/2023 9:12:00 PM
Submitted by	
Submitter email	db.guevarac@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	menriquez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572021000400266&script=sci_arttext&tlng=pt
Fetched: 2/24/2022 9:45:37 PM 2

Entire Document

Antioxidantes presentes en el Theobroma cacao L. y su efecto en la nutrición humana. Guevara Campoverde Daniela Brigette db.guevarac@uea.edu.ec Peñafiel Bonilla Nelly Jazmín nj.penafielb@uea.edu.ec Enríquez Estrella Miguel Ángel, MSc2 menriquez@uea.edu.ec RESUMEN El Theobroma cacao L es una especie arbustiva de América, rica en polifenoles, que contribuye alrededor del 10 % del peso seco del grano entero y su chocolate derivado, particularmente el negro, se considera uno de los principales contribuyentes de antioxidantes que aportan significativamente al desarrollo metabólico del cuerpo humano. El objetivo del presente estudio fue identificar los principales antioxidantes presentes en Theobroma cacao L y su efecto en la nutrición humana. El método utilizado en el estudio se basó en una revisión bibliográfica y exploratoria, que mediante un formulario de revisión CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies), nos permitió valorar la calidad de los documentos de las bases científicas (Scielo, Pubmed y repositorios digitales) en función de las palabras claves definidas. Como resultado se analizaron un total de 60 documentos identificando un 54 % en Pubmed, 29 % en tesis de grado, 15 % en posgrado y 2 % en Scielo, que nos indican que existen estudios en 4 variedades de cacao CCN 51, trinitario, forastero y criollo y estas contienen los siguientes antioxidantes: catequinas, epigalocatequina-3-galato, epicatequina, isoflavonas, procianidinas B1, B2 y C1. Estos bioactivos tienen un impacto en el desarrollo metabólico del ser humano, previniendo la aparición de enfermedades cerebrales y cardiovasculares, porque actúan directamente en el sistema nervioso y central al inhibir la formación de radicales libres durante la actividad oxidativa.
Palabras claves: cacao, variedades de cacao, polifenoles, capacidad antioxidante. Abstract Theobroma cacao L is a shrub species from America, rich in polyphenols, which contributes about 10 % of the dry weight of the whole bean and its chocolate derivative, particularly dark chocolate, is considered one of the main contributors of antioxidants that contribute significantly to the metabolic development of the human body. The objective of the present study was to identify the main antioxidants present in Theobroma cacao L and their effect on human nutrition. The method used in the study was based on a bibliographic and exploratory review, which by means of a CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies) review form, allowed us to evaluate the quality of the documents in the scientific databases (Scielo, Pubmed and digital repositories) according to the defined keywords. As a result, a total of 60 documents were analyzed, identifying 54 % in Pubmed, 29 % in graduate thesis, 15 % in postgraduate and 2 % in Scielo, which indicate that there are studies on 4 varieties of cocoa CCN 51, trinitario, forastero and criollo and these contain the following antioxidants: catechins, epigallocatechin-3-gallate, epicatechin, isoflavones, procyanidins B1, B2 and C1. These bioactives have an impact on the metabolic development of human beings, preventing the onset of brain and cardiovascular diseases, because they act directly on the nervous and central system by inhibiting the formation of free radicals during oxidative activity.
Keywords: cocoa, cocoa varieties, polyphenols, antioxidant capacity.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FACULTADDECIENCIASDELATIERRA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Puyo, 03 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Peñafiel Bonilla Nelly Jazmín, con C.I. 1805388772, con el Terna: "Antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao L.* y su efecto en la nutrición humana", de la carrera de Agroindustria. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Miguel Ángel Enríquez Estrella, ha sido revisado mediante e1 sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 1 %, Informe generado con fecha 1 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA
Firmado digitalmente por MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA
Fecha: 2023.03.03 08:07:53 -05'00'

Ing. Miguel gel Enríquez Estrella Mg.

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Document Information

Analyzed document	TIC-580 CORREGIDO.docx (DJ 59825341)
Submitted	3/1/Z023 9:12:00 PM
Submitted by	
Submitter email	db.guevarac3uea.edu.ec
Similarity	1&
Analysis address	menriquez.ueamanalysis.urkund.com

Sources included in the repon

W	URL: http://www.scielo.org.pe/scielo.php*pid-S2313-29572021000400266£tscript=sci_arttextbtlng=pt Fetched: 2/24/2022 9:45:37 PM	2

Entire Document

Antioxidantes presentes en el Theobroma cacao L. y su efecto en la nutricion humana. Guevara Campoverde Daniela Brigette db.guevarac3uea.edu.ec Peñafiel Bonilla Helly Jazmin nj.penafielb3uea.edu.ec Enn'quez Estrella Miguel @gel, MSc2 menriquez3uea.edu.ec RESUMEN El Theobroma cacao L es una especie arbustiva de América, rica en polifenoles, que contribute alrededor del 10 & del peso seco del grano entero y su chocolate derivado, particularmente el negro, se considera uno de los principales contribuyentes de antioxidantes que aportan significativamente al desarrollo metabélico del cuerpo humano. El objetivo del presente estudio fue identificar los principales antioxidantes presentes en Theobroma cacao L y su efecto en la nutricion humana. El método utilizado en el estudio se baso en una revisién bibliogrâfica y exploratoria, que mediante un formulario de revisién CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies), nos permitié valorar la calidad de los documentos de las bases cientificas (Scielo, Pubmed y repositorios digitales) en funcién de las palabras claves definidas. Como resultado se analizaron un total de 60 documentos identificando un 54 B en Pubmed, 29 B en tesis de grado, 15 1 en posgrado y 2 & en Scielo, que nos indican que existen estudios en 4 variedades de cacao CCH 51, trinitario, forastero y criollo y estas contienen los siguientes antioxidantes: catequinas, epigalocatequina-3-galato, epicatequina, isoflavonas, procianidinas B1, B2 y CI. Estos bioactivos tienen un impacto en el desarrollo metabélico del ser humano, previniendo la aparicién de enfermedades cerebrales y cardiovasculares, porque actuan directamente en el sistema nervioso y central al inhibir la formacion de radicales libres durante la actividad oxidativa.

Palabras claves: cacao, variedades de cacao, polifenoles, capacidad antioxidante. Abstract Theobroma cacao L is a shrub species from America, rich in polyphenols, which contributes about 10 & of the dry weight of the whole bean and its chocolate derivative, particularly dark chocolate, is considered one of the main contributors of antioxidants that contribute significantly to the metabolic development of the human body. The objective of the present study was to identify the main antioxidants present in Theobroma cacao L and their effect on human nutrition. The method used in the study was based on a bibliographic and exploratory review, which by means of a CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies) review form, allowed us to evaluate the quality of the documents in the scientific databases (Scielo, Pubmed and digital repositories) according to the defined keywords. As a result, a total of 60 documents were analyzed, identifying 54 & in Pubmed, 29 & in graduate thesis, 15 & in postgraduate and 2 & in Scielo, which indicate that there are studies on 4 varieties of cocoa CCL 51. trinitario. forastero and criollo and these contain the followine antioxidants: catechins. eoieallocatechin-

3-gallate, epicatechin, isoflavones, procyanidins B1, B2 and C1. These bioactives have an impact on the metabolic development of human beings, preventing the onset of brain and cardiovascular diseases, because they act directly on the nervous and central system by inhibiting the formation of free radicals during oxidative activity.
Keywords: cocoa, cocoa varieties, polyphenols, antioxidant capacity.

Antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao* L. y su efecto en la nutrición humana.

Guevara Campoverde Daniela Brigette[1]
db.guevarac@uea.edu.ec
Peñafiel Bonilla Nelly Jazmín[1]
nj.penafielb@uea.edu.ec
Enríquez Estrella Ángel, M.Sc[2]
menriquez@uea.edu.ec
Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Agroindustrias (1)

Resumen

El *Theobroma cacao* L es una especie arbustiva de América, rica en polifenoles, que contribuye alrededor del 10 % del peso seco del grano entero y su chocolate derivado, particularmente el negro, se considera uno de los principales contribuyentes de antioxidantes que aportan significativamente al desarrollo metabólico del cuerpo humano. El objetivo del presente estudio fue identificar los principales antioxidantes presentes en *Theobroma cacao* L y su efecto en la nutrición humana. El método utilizado en el estudio se basó en una revisión bibliográfica y exploratoria, que mediante un formulario de revisión CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies), nos permitió valorar la calidad de los documentos de las bases científicas (Scielo, Pubmed y repositorios digitales) en función de las palabras claves definidas. Como resultado se analizaron un total de 60 documentos identificando un 54 % en Pubmed, 29 % en tesis de grado, 15 % en posgrado y 2 % en Scielo, que nos indican que existen estudios en 4 variedades de cacao CCN 51, trinitario, forastero y criollo y estas contienen los siguientes antioxidantes: catequinas, epigalocatequina-3-galato, epicatequina, isoflavonas, procianidinas B1, B2 y C1. Estos bioactivos tienen un impacto en el desarrollo metabólico del ser humano, previniendo la aparición de enfermedades cerebrales y cardiovasculares, porque actúan directamente en el sistema nervioso y central al inhibir la formación de radicales libres durante la actividad oxidativa.

Palabras Clave: cacao, variedades de cacao, polifenoles, capacidad antioxidante.

Abstract

Theobroma cacao L is a shrub species from America, rich in polyphenols, which contributes about 10 % of the dry weight of the whole bean and its chocolate derivative, particularly dark chocolate, is considered one of the main contributors of antioxidants that contribute significantly to the metabolic development of the human body. The objective of the present study was to identify the main antioxidants present in *Theobroma cacao* L and their effect on human nutrition. The method used in the study was based on a bibliographic and exploratory review, which by means of a CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies) review form, allowed us to evaluate the quality of the documents in the scientific databases (Scielo, Pubmed and digital repositories) according to the defined keywords. As a result, a total of 60 documents were analyzed, identifying 54 % in Pubmed, 29 % in graduate thesis, 15 % in postgraduate and 2 % in Scielo, which indicate that there are studies on 4 varieties of cocoa CCN 51, trinitario, forastero and criollo and these contain the following antioxidants: catechins, epigallocatechin-3-gallate, epicatechin, isoflavones, procyanidins B1, B2 and C1. These bioactives have an impact on the metabolic development of human beings, preventing the onset of brain and cardiovascular diseases, because they act directly on the nervous and central system by inhibiting the formation of free radicals during oxidative activity.

Keywords*:* cocoa, cocoa varieties, polyphenols, antioxidant capacity.

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.*)* es un árbol originario de América que con el pasar de los años se ha expandido en diferentes lugares del mundo, dando como resultado la aparición de diferentes variedades (Enríquez-Estrella & Salous, 2022). Este fruto por su riqueza en ácidos grasos y compuestos fenólicos con poder antioxidante, se convierte en una materia prima que puede ser explorada por la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética (Silva et al., 2017).

La producción mundial de cacao supera los 4 000 000 de TM de granos y el 84 % de su producción se centra en los países, Costa de Marfil, Ghana, Indonesia, Nigeria y Camerún (Arvelo et al., 2017). En América, este cultivo se extiende desde México hasta Brasil; siendo este último el más representativo con el 40 % en hectáreas sembradas del total de la región (V. H. Sánchez et al., 2019). Las variedades, híbridos y clones que se plantan en todo el mundo en la actualidad descienden de tres grupos principales de cultivares: Forasteros criollos, trinitarios. (Arvelo et al., 2017).

A nivel nacional, se cultivan dos variedades de cacao, los cultivares tipo Nacional y CCN 51 (Silva et al., 2017). Los complejos híbridos son otro tipo de especies; son una fusión de dos especies de cacao: Trinitarios y nacionales. (Ortiz et al., 2019). Hay una alta diversidad que consiste en la genética de los nacionales nativos y los que están relacionados a la introducción de otros países y sus cruces (Carranza et al., 2020). El CCN 51 es un clon obtenido por Homero Castro a partir de los cruces ICS95 x IMC 67 x Oriente 1 en su finca *Theobroma* en la región Naranjal, Provincia del Guayas (García-Briones et al., 2021).

Por su origen y características genéticas, el cacao está clasificado en cuatro tipos: Criollo, Forastero Amazónico, Trinitario y Nacional de Ecuador (INIAP, 2009). Además, existen 12 clones de cacao entre ellos están: L11-H19, L18H58, L21 H38, L21H43, L26-H64, L29H04, L46 H57, L46 H75, L46 H88, L49-H98, EET-103, CCN-51 (Héctor-Ardisana et al., 2018). Por otra parte, la alta variabilidad genética que posee Ecuador, la especie es una ventaja que resalta y que abre puertas para seguir ofreciendo nuevos genotipos de mayor producción y tolerantes a varias enfermedades, tales como escoba de bruja y moniliasis. De hecho, el INIAP recientemente liberó dos genotipos de alta

producción y adaptado a varios suelos y regiones del Ecuador (Loor-Solórzano et al., 2019).

Los principales compuestos fenólicos que se encuentran en los granos de cacao se clasifican entre taninos y flavonoides, el contenido polifenólico de los productos de cacao puede estar relacionado con el origen, la variedad de cacao y los parámetros del proceso, siendo el pH uno de los más importantes (Efraim et al., 2011). La etapa fermentativa es la que mayor impacto genera en la variación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51 (Pallares-Pallares et al., 2017). El cacao y su principal derivado, el chocolate, son fuentes de gran importancia de compuestos antioxidantes para la nutrición humana (Chacón-Ortiz et al., 2021). El cuerpo humano utiliza los antioxidantes para eliminar radicales libres que son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación de sus diferentes partes, alteraciones en el ADN y cambios diversos que aceleran el envejecimiento del cuerpo (Ramírez Hernández et al., 2012).

Existen varias especies que contienen antioxidantes naturales, entre ellos está el cacao, el cual es una fuente de antioxidantes y polifenoles, contiene entre 4 y 6 % de estas sustancias, entre las que destacan los flavonoides: como la epicatequina, catequina y procianidina (Chacón-Ortiz et al., 2021). Los mismos tienen efectos positivos en el ser humano, gracias a su actividad antioxidante que protegen contra el daño celular ejercido por los radicales libres. Por ello, el cacao es ideal para el sistema cardiovascular, previniendo la aparición de enfermedades del corazón, además, ayuda a reducir el colesterol y los triglicéridos.

El problema actual que enfrenta la humanidad son las enfermedades degenerativas como el Alzheimer, la artritis, el cáncer, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y la osteoporosis, por ello, el creciente interés por la alimentación sana y la prevención de enfermedades a través de los alimentos permite estudiar los componentes nutricionales y sus procesos bioquímicos en el cuerpo humano. Basándose en estos antecedentes se plantea ¿cómo aprovechar los antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao* L para mejorar la nutrición humana y evitar enfermedades crónicas. En este sentido, el objetivo de la presente investigación se basa en identificar los principales antioxidantes presentes en

Theobroma cacao L y su efecto en la nutrición humana.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

El presente artículo se elaboró con un enfoque cualitativo Hernández Sampieri et al., (2014), en el que se utilizó el método deductivo para analizar varios artículos científicos sobre los principales antioxidantes presentes en *Theobroma cacao* L y su efecto en la nutrición humana.

Sánchez et al., (2021), un estudio cualitativo se basa en hechos que se orientan a la descripción de un fenómeno para comprenderlo y explicarlo mediante el uso de una metodología basada en supuestos y principios epistemológicos como la fenomenología y hermenéutica.

2.1. Tipo o diseño de investigación

Para el desarrollo de esta investigación bibliográfica se realizó un estudio de los antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao* L y su efecto en la nutrición humana, se aplicó una investigación descriptiva y exploratoria, que permitió recopilar información de manera clara y precisa, permitiendo obtener documentos científicos de diferentes bases de datos como: Scielo, Pubmed, tesis de grado y posgrado.

2.2. Método de Investigación

Se realizó en base a un análisis minucioso enfocado a la temática de investigación, utilizando tablas estructuradas por los investigadores donde constan: datos como el método de obtención del antioxidante, la variedad, el valor promedio y posteriormente se validaron en la tabla de resultados. Se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley para ordenar y clasificar la bibliografía.

2.3. Criterios de inclusión para los documentos recopilados

Para redactar los resultados del presente estudio, se tomaron en cuenta investigaciones publicadas en los últimos 20 años, además, cada documento recopilado debe poseer información acorde al objetivo de la actual investigación, por otra parte, los documentos científicos deben abarcar información precisa y clara para efectuar un citado apropiado.

2.4. Palabras clave

Para la búsqueda de información se tomaron en cuenta las siguientes palabras: Antioxidantes y clones de cacao, beneficios y tipos de cacao. Estas palabras se buscaron de manera individual y en combinación, y para ampliar el rango de búsqueda fueron traducidas al idioma inglés.

2.5. Criterios de exclusión para los documentos recopilados

No se tomaron en cuenta investigaciones con una antigüedad mayor a los 20 años, documentos con información incompleta y estudios que no guardaron relación con el objetivo del presente trabajo.

2.6. Manejo de la información

Los artículos científicos encontrados en las bases de datos, se ordenaron para priorizar aquellos cuyos hallazgos eran más relevantes para esta investigación; después de que se eligieron los documentos, se realizó un análisis exhaustivo de sus datos y se creó un documento Word para reportar y discutir en tablas los resultados más importantes.

Clasificación de la bibliografía

Se utilizó la metodología empleada por Corral Andy, (2022), conocida como Formulario de revisión crítica: estudios cuantitativos CRF-QS (Critical Review Form-Quantitative Studies), para valorar la calidad de los documentos científicos seleccionados. Esta herramienta fue desarrollada en 2014 por McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group con el propósito de evaluar la confiabilidad de los estudios publicados. Se compone de 19 ítems, cuya finalización da como resultado una calificación aprobatoria. Los criterios examinados en cada artículo científico se enumeran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1. Criterios utilizados según el CRF-QS para la evaluar la información.

Criterios	No ítems	Elementos a valorar
Propósito del estudio	1	Objetivos medibles, concisos, precisos y alcanzables
Literatura	2	Valiosa para el estudio
Diseño	3	Adecuación al tipo de publicación
	4	No presencia de sesgos
Muestra	5	Descripción de la muestra
	6	Justificación del tamaño de la muestra
	7	Consentimiento informado
Medición	8	Importancia de las medidas
	9	Fiabilidad de las medidas
Intervención	10	Descripción de la intervención
	11	Evitar contaminación
	12	Evitar co-intervención
Resultados	13	Exposición estadística de los resultados
	14	Método de análisis estadístico
	15	Completos
	16	Importancia de los resultados
Conclusiones-implicación de los resultados.	17	Conclusiones coherentes
	18	Informe de la implicación de los resultados obtenidos
	19	Limitaciones del estudio

Fuente: Cascaes da Silva et al., (2013).

La categorización utilizada para evaluar cada artículo científico se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Puntuación para cada estudio científico

Calidad metodológica	Rango del criterio
Pobre	≤ 11
Tolerable	entre 12 - 13
Buena calidad	entre 14 - 15
Muy buena calidad	entre 16 - 17
Excelente	≥ 18

Fuente: Cascaes da Silva et al., (2013).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera parte de la investigación se enmarcó en la búsqueda de documentos científicos en diferentes bases de datos como: Scielo y Pubmed, repositorios digitales (tesis de grado y posgrado). Se identificaron 60 documentos; donde 32 se identificó en Pubmed, 17 en tesis de grado, 10 en tesis de posgrado y 1 en Scielo. En la figura 1 se observa el porcentaje de búsqueda. Rechazaron 25 investigaciones quedando 35 documentos científicos para el desarrollo de los resultados.

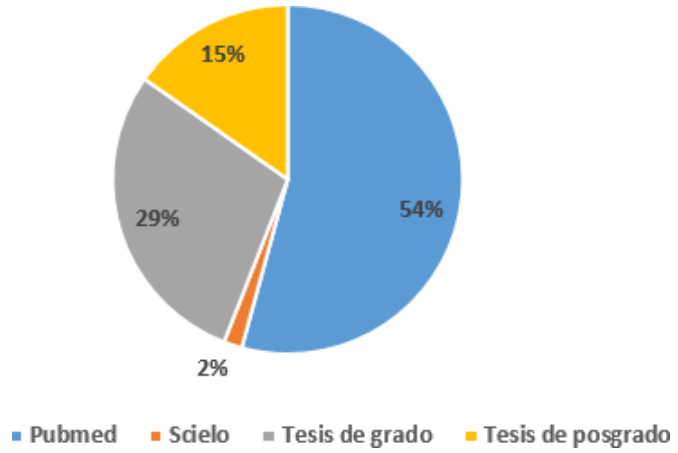


Figura 1. Porcentaje de estudios incluidos

La aplicación del método CRF-QS permite evaluar la información que contiene cada fuente bibliográfica en torno a 19 parámetros definidos. En la tabla 3 se evaluó las referencias encontradas en la investigación mediante el método mencionado.

Tabla 3. Puntuación de cada documento según la metodología CRF-QS

N	Autor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Puntuación	Valoración
1	(Alvarado et al., 2020)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
2	(Álvarez et al., 2022)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
3	(Alves Gonçalves, 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
4	(Avedaño et al., 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
5	(Avendaño-Arrazate et al., 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
6	(Borja et al., 2022)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
7	(Botella-Martínez et al., 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
8	(Chin et al., 2013)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
9	(Chowdhury et al., 2016)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
10	(Colina et al., 2012)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
11	(Creus, 2004)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
12	(Enciso-Roca et al., 2019)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
13	(Fernández-Larrea et al., 2007)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
14	(Gutiérrez Maydata, 2002)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
15	(Hernández Guiance et al., 2019)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
16	(Huanca-Melgarejo, 2010)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
17	(Lecumberri et al., 2006)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
18	(Lujano et al., 2019)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
19	(Martínez-Izaguirre, 2015)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
20	(Monteiro et al., 2013)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente

21	(Nazario et al., 2014)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
22	(Ortiz et al., 2019)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18	Excelente
23	(Pallares et al., 2017)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
24	(Pang et al., 2016)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
25	(Perrez et al., 2021)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
26	(Quiñones et al., 2012)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	18	Excelente
27	(Rashidi et al., 2017)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
28	(Rechner & Kroner, 2005)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18	Excelente
29	(Rosal et al., 2018)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
30	(Sakata et al., 2004)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
31	(Schramm et al., 2001)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
32	(Slullitel, 2012)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
33	(Valverde García, 2007)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente
34	(Vera Chang & Chumaña Zambrano, 2022)	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	Excelente
35	(Zamora-Guevara et al., 2022)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	Excelente

La media de puntuación tiene un valor de 18.19 que me permite evaluar como excelente, y dichas referencias son incluidas en el estudio.

3.1. Actividad antioxidante del cacao

El análisis de nueve referencias bibliográficas se fundamenta en los estudios de caracterización de componentes bromatológicos y bioactivos en las diferentes variedades de cacao a nivel mundial; la tabla 4 registra las variedades, el valor de actividad antioxidante, el método y el autor.

Tabla 4. Variedades de *T. cacao* L. y su actividad antioxidante.

Variedad	Valor de actividad antioxidante	Unidad	Método	Autor
CCN-51	43,013	µg/mL	ABTS	(Nazario et al., 2014).
	89,44	µg/mL	DPPH	
	3,40	µM TE/mL	ABTS	(Zamora Guevara et al., 2022).
	3,35	µM TE/mL	FRAP	
	2,92 ET	µmol/g	DPPH	(Enciso Roca et al., 2019).
	10,62	µmolET/g	ABTS	
	52,493	µg/mL	DPPH	(Huanca Melgarejo, 2010).
Criollo	40,262	µg/mL	ABTS	(Nazario et al., 2014).
	100, 878	µg/mL	DPPH	
	68,98	µMTrolox/g	DDPH	(Avendaño Arrazate et al., 2021).
	51,5	µMTrolox/g	ABTS	
Forastero	139,008	µg/mL	DPPH	(Nazario et al., 2014).
	76,78	µg/mL	ABTS	(Avedaño et al., 2021).
	49,23	µg/mL	DDPH	
Trinitario	69,97	µg/mL	ABTS	(Avedaño et al., 2021).
	49,8	µg/mL	DDPH	
	138,8	mg/ml	DDPH	(Perrez et al., 2021).
	235,85	µmolET/g	ABTS	(Vera Chang & Chumaña Zambrano, 2022).
	227,04	µmolET/g	FRAP	
	56,17	mmol TE/g	FRAP	(Borja et al., 2022).
	11,20	µmol ET/g	DPPH	(Colina et al., 2012).
	19,38	µmol ET/ g	ABTS	

*ABTS (ácido 2,2'–azino–bis–(3–etillbenzotiazolin–6–sulfonico), *DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo), *FRAP (2,4,6-Tripyridyl-s-Triazine).

La medición de la capacidad antioxidante (CA) es importante para evaluar la calidad de los alimentos. Los resultados reportados por distintos autores en las diferentes variedades de cacao (CCN51, Criollo, Forastero y Trinitario) sirven como parámetros de referencia para compararse con valores examinados en otros tipos de productos. Investigaciones realizadas por varios autores demuestran que el cacao posee mayor CA que el té verde y bebidas fermentados como el vino de uva (Sanjinez Asbún et al., 2017).

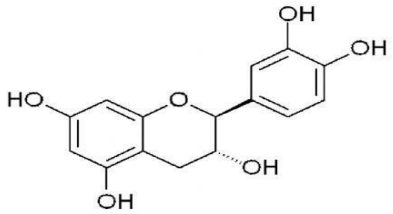
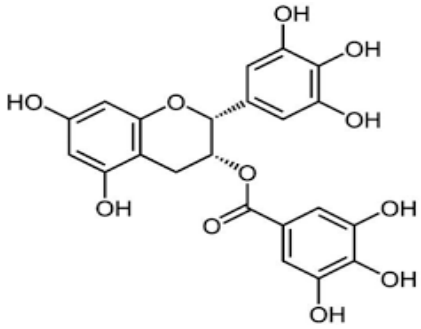
Según Villanueva-Tiburcio et al., (2010) la CA del cacao está directamente relacionada con la actividad bioactiva de los diferentes compuestos que posee, tales como polifenoles, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, entre otros. Los polifenoles son uno de los principales metabolitos del cacao que brindan acción antioxidante; Castro et al., (2016) en su investigación demostró que los principales compuestos polifenólicos presentes en el cacao son los derivados del ácido cafeoil-quínico. El mismo estudio muestra que distintos investigadores reportan un abanico amplio de valores de CA (80,34-584,21 mgTE/g) lo cual indica que la variabilidad de estos metabolitos merece ser profundizada en nuevas investigaciones, de hecho, las condiciones climáticas, de suelo y edad de la planta son factores que podrían afectar la actividad antioxidante.

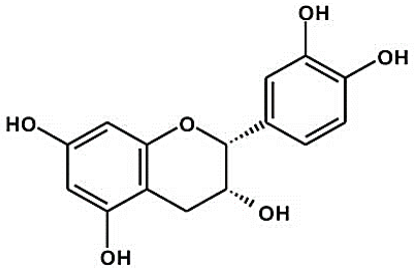
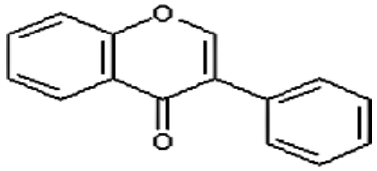
Erazo Gavilánez, (2019) menciona que la naturaleza y la concentración de antioxidantes influyen en la CA de las diferentes variedades de cacao. Las condiciones ambientales como la humedad relativa y temperatura del medio son factores que determinan el rendimiento antioxidante de las materias primas, en este sentido, Coronel Álvarez, (2021) evaluó el contenido antioxidante por el método FRAP en cacao CCN51, en dos épocas del año, invierno y verano, obteniendo valores más altos de 327,04 µmolET/mL en la primera época en comparación con 197,13 µmolET/mL obtenido en la época de verano. Otro estudio desarrollado por Pincay Figueroa, (2019) evaluó el contenido de polifenoles en cacao Trinitario, demostró que en épocas de lluvia la concentración de estos metabolitos con potencial antioxidante, es mayor en comparación con los valores obtenidos en épocas calurosas.

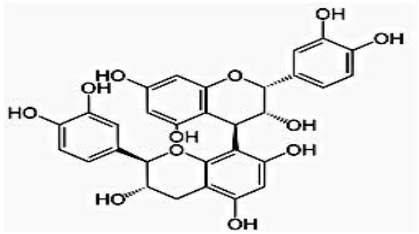
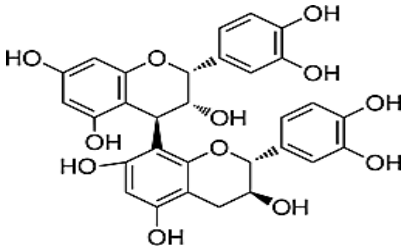
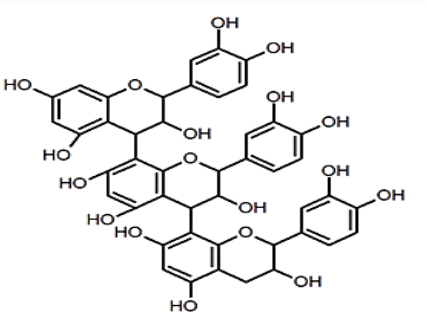
3.2. Identificación de antioxidantes y el efecto en la nutrición humana.

El presente estudio busca demostrar los beneficios nutricionales que brinda el cacao como materia prima óptima para la adición de compuestos como los antioxidantes a la dieta; la tabla 5 detalla los efectos que tienen los antioxidantes en la nutrición humana, asimismo, se indica la estructura química de cada antioxidante.

Tabla 5. Antioxidantes presentes en el *Theobroma cacao* L. y su efecto en la nutrición humana.

Antioxidante	Efecto en la nutrición humana	Estructura Química	Autor
Catequinas	• Inhibe la absorción de grasas por parte del cuerpo. • Reduce el riesgo de aterosclerosis, trombosis, infartos y accidentes cerebrovasculares.		(Lujano et al., 2019). (Martínez Izaguirre, 2015). (Ortiz S. et al., 2019).
Epigalocatequina-3-galato	• Ayuda al metabolismo en la quema de grasas. • Contribuye en la mejora de la salud cerebral potenciando la función de las células neurológicas degenerativas. • Disminuye el riesgo de enfermedades del cerebro.		(Alves Gonçalves, 2021). (Chowdhury et al., 2016). (Pang et al., 2016). (Rashidi et al., 2017). (Rechner & Kroner, 2005). (Rosal et al., 2018).

Epicatequina	• Incrementa la creación de mitocondrias en el corazón y músculos del cuerpo. • Disminuye la miostatina, la cual es responsable de la fibrosis y la atrofia muscular. • Reduce hasta en un 40 % la posibilidad de muerte provocada por enfermedades del tipo coronarias. • Retención de conocimientos de la memoria. • Aumenta la resistencia en aquellas personas que practican algún tipo de deporte.		(Álvarez et al., 2022). (Lecumberri et al., 2006). (Valverde García, 2007).
Isoflavonas	• Reduce la posibilidad de afecciones cancerígenas. • Mitiga la presencia de hipercolesterolemia. • Protección sobre el cáncer de mama en la pre-menopausia.		(Alvarado et al., 2020). (Creus, 2004). (Slullitel, 2012)

Procianidina B1	• Controla casi en su totalidad la hipertensión. • Controla la intolerancia a la glucosa y la dislipidemia. • Mejora enfermedades asociadas al sistema nervioso central.		(Alvarado et al., 2020). (Sakata et al., 2004). (Schramm et al., 2001)
Procianidina B2	• No absorbe en su totalidad en el intestino delgado; no obstante, al pasar al intestino grueso brinda una acción positiva al favorecer a la microbiota allí existente.		(Gutiérrez Maydata, 2002). (Pallares Pallares et al., 2017).
Procianidina C2	• Trata la alopecia androgénica, incrementando la secreción de TNF-α (Factor de necrosis tumoral). • Interviene en la inflamación, apoptosis y destrucción articular • Interfiere como mediador en macrófagos como respuesta inmune.		(Quiñones et al., 2012). (Fernández-Larrea et al., 2007).

Los antioxidantes juegan un papel importante para mitigar el efecto negativo del estrés oxidativo de las células. Las evidencias científicas muestran que estos componentes bioactivos tienen influencia sobre una serie de enfermedades Urango Marchena et al., (2009), de hecho, los antioxidantes han evidenciado ser efectivos en la prevención de afecciones crónicas. Varios estudios observacionales han demostrado un abanico grande de beneficios para la salud relacionados con la ingesta de cacao o chocolate.

(Gómez Juaristi, 2015) observó el efecto del consumo de chocolate amargo frente a los niveles séricos de proteína (PCR) en personas italianas, este estudio demostró que aquellas personas que consumían una porción de 20 g al día de chocolate negro presentaban una disminución de hasta un 48% de PCR.

Los beneficios que brinda el cacao y sus derivados han sido ampliamente estudiados; antioxidantes como las Catequinas, isoflavonas y las epicatequinas son compuestos que contribuyen en la disminución de contraer enfermedades en los seres humanos. Coronado H. et al., (2015) en su investigación demostró que el consumo de productos ricos en catequinas como el cacao y el té verde, en la dieta diaria redujo hasta en un 40,8% el riesgo de contraer alguna enfermedad crónica, así mismo, Cozzano Ferreira, (2017), indicó que la inclusión de productos ricos en catequinas ayudó a pacientes con cáncer en su recuperación. Las moléculas de este antioxidante actúan de manera directa sobre los radicales libres y evitan de esta manera el envejecimiento de las células, no obstante, algunas investigaciones demostraron que este componente bioactivo presenta algunas complicaciones principalmente en aquellos pacientes gestantes y lactantes (Martínez Laos, 2020).

(Limón et al., 2010) estudiaron el efecto de la Epigalocatequina-3-galato presente en el chocolate negro, los resultados indicaron que su consumo en pacientes con trastornos neuro-cerebrales presentaron un incremento en las funciones de las células neurológicas degenerativas, (Cano Fernández, 2018) evaluó la ingesta de Epigalocatequina-3-galato en pacientes con enfermedades cerebrales dando como resultados una mejora en la recuperación de memoria en dichos pacientes.

Varios autores han identificado compuestos antioxidantes en el cacao, (Lujano et al., 2019) en su estudio de cuantificación de catequinas y procianidinas en cacao criollo identificó el contenido de polifenoles, distinguiéndose el grupo de los flavonoides y (Ortiz

S. et al., 2019) determinó la presencia teobromina y catequina por cromatografía líquida de Alta resolución HPLC, la actividad antioxidante total (TAC) por los métodos ABTS y FRAP y el contenido total de polifenoles (TPH), en muestras, de grano de cacao lo cual estos antioxidantes se encuentran principalmente en las almendras del cacao y se caracterizan por tener el potencial de destruir los radicales libres. Entonces (Martínez Izaguirre, 2015) en síntesis, concuerda que las catequinas del chocolate disminuyen la presión arterial tanto por aumento en la síntesis de vasodilatadores, como disminución en la síntesis de vasoconstrictores.

Varios autores concluyeron que la epigalocatequina-3-galato contiene propiedades antiangiogénicas (Rashidi et al., 2017), antiinflamatorias (Chowdhury et al., 2016), y efectivo en enfermedades cardiovasculares (Pang et al., 2016) demostrando que estos estudios aportan una estrategia terapéutica para las enfermedades mencionadas. Afirmando que estos efectos son positivos, principalmente a la actividad antioxidante. Por otro lado, tienen la capacidad de ayudar a perder peso y a disminuir la grasa corporal del cuerpo, así mismo, contribuye en la mejora de la salud cerebral.

(Valverde García, 2007) en su estudio deduce que la epicatequina tiene sus efectos sobresalientes relacionados con la elevación de los niveles de óxido nítrico en la sangre, la cual ayuda a relajar los vasos sanguíneos y mejorar su flujo. (E. Lecumberri et al., 2006) indica en su estudio de caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante, que la epicatequina aporta protección frente a estrés oxidativo gracias a su contenido en polifenoles que son absorbidos tras su ingesta contribuyendo a la actividad antioxidante en la sangre.

4. CONCLUSIONES

Tras la revisión de 60 documentos relacionados al tema se identificó los siguientes antioxidantes: catequinas, epigalocatequina-3-galato, epicatequina, isoflavonas, procianidinas B1, B2 y C2 que se extraen de la semilla, extracto y cascara en 4 variedades CCN51, Trinitario, Forastero y Criollo.

Los antioxidantes provenientes del cacao tienen un efecto sobre el desarrollo metabólico del ser humano ya que ayudan a evitar la aparición de enfermedades cerebrales y cardiovasculares; contribuyen en la quema de grasa y en la mejora de la salud del sistema

nervioso y central; reducen hasta el 40 % la posibilidad de muerte provocada por enfermedades del tipo coronarias y cardiovasculares; reducen la posibilidad de afecciones cancerígenas y regulan la hipertensión arterial brindando una acción favorable a la microbiota que se encuentra en el intestino grueso.

Este estudio nos sirve como una antesala de investigaciones venideras sobre los antioxidantes en productos procesados del cacao.

REFERENCIAS

Alvarado Almeida, J. E. (2015). Análisis y validación de la factibilidad de un plan de negocios para la elaboración de barras energéticas como producto alternativo, a base de cacao fino de aroma, su comercialización nacional e internacional.

Alvarado, M. L., Portillo, E. A., Boulanger, R., Bastide, P., & Macia, I. (2020). Efecto del tratamiento poscosecha en los polifenoles del cacao de Biscucuy y Chabasquén, estado Portuguesa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).*, *37*, 224–228.

Álvarez, C. O., Pérez, E. E., & Lares, M. del C. (2022). Beneficio del cacao Criollo venezolano : variaciones en composición proximal , metilxantinas y polifenoles. *RIVAR (Santiago)*, *9*(27), 113–128.

Alves Gonçalves, P. (2021). *Epigalocatequina-3-galato (EGCG) na Síndrome de Down*.

Andrade-Almeida, J., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G. C., & Ureña-Peralta, M. O. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, *10*(4), 1–12. https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/462

Arvelo, M. A., González, D., Delgado, T., Maroto, S., & Montoya, P. (2017). *Estado actual sobre la producción, el comercio y cutivo del cacao en América*.

Avedaño, C., Martínez, M., Caballero, J., & Báez, M. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de Theobroma spp. (Malvaceae) en México. *Revista de Biología Tropical*, *69*(2), 1–17. https://doi.org/DOI 10.15517/rbt.v69i2.41626

Avendaño Arrazate, C. H., Campos Rojas, E., López Palestina, C. U., Martínez Bolaños, M., Caballero Pérez, J. F., Báez Alonso, M., Ariza Flores, R., & Cadena Iñiguez, J. (2021). Actividad antioxidante en genotipos de Theobroma spp. (Malvaceae) en México. *Revista de Biologia Tropical*, *69*(2), 507–523. https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.41626

Borja, J., Horta, H., Peñaloza, G., & Sandoval, A. (2022). Antioxidant activity, total polyphenol content and methylxantine ratio in four materials of Theobroma cacao L. from Tolima. *Heliyon*, *8*(5), 7. https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2022.E09402

Cano Fernández, A. (2018). Diseño y caracterización de nanopartículas poliméricas de Epigalocatequina-3-galato para el tratamiento de enfermedades del sistema nervioso central. https://www.tdx.cat/handle/10803/664266#page=1

Carranza, M. S., Zapata, Y. P., Gallego, G., Nieto Rodríguez, J., Morante Carriel, J., Cruz Rosero, N., Medina Jara, S., & Eduardo Muñoz, J. (2020). Genetic diversity of ecuadorian cocoa from the germplasm bank of tenguel-guayas ecuador based in snp's. *Bioagro*, *32*(2), 75–86.

Cascaes da Silva, F., Valdivia Arancibia, B. A., da Rosa Iop, R., Barbosa Gutierres Filho, P. J., & da Silva, R. (2013). Escalas y listas de evaluación de la calidad de estudios científicos. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, *24*(3), 295–312. https://doi.org/10.5657/FAS.2015.0317

Castro, M. del R., Hernández, J. A., Marcilla, S., Córdova, J. S., Solari, F. A., & Chire, G. C. (2016). Efecto del contenido de grasa en la concentración de polifenoles y capacidad antioxidante de Theobroma cacao l."cacao''. *Ciencia e Investigación*, *19*(1), 19–23. https://doi.org/10.15381/ci.v19i1.13623

Chacón Ortiz, C. Y., Mori Culqui, P. L., & Chavez Quintana, S. G. (2021). Antioxidantes y polifenoles totales de chocolate negro con incorporación de cacao (Theobroma cacao L.) crudo. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, *23*(4), 266–273. https://doi.org/10.18271/ria.2021.331

Chowdhury, E. A., Richardson, J. D., Holman, G. D., Tsintzas, K., Thompson, D., & Betts, J. A. (2016). The causal role of breakfast in energy balance and health: A randomized controlled trial in obese adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, *103*(3), 747–756. https://doi.org/10.3945/ajcn.115.122044

Colina, J., Guerra, M., Guilarte, D., & Alvarado, C. (2012). Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *62*(3), 303–310.

Coronado H., M., Vega Y León, S., Gutiérrez T., R., Marcela, V. F., & Radilla V., C. (2015). Antioxidants: Present perspective for the human health. *Revista Chilena de Nutricion*, *42*(2), 206–212. https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014

Coronel Álvarez, Z. J. (2021). *Determinación de la actividad antioxidante de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) provenientes de las variedades CCN-51 y Nacional por distintos métodos*.

Corral Andy, B. J. (2022). *Aplicabilidad de la telepsicología como opción de atención a pacientes con afectaciones psicológicas*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders

Cozzano Ferreira, S. (2017). *Obtención y caracterización de extractos bioactivos de salvado de arroz : Aplicaciones en alimentación y salud*.

Creus, E. V. A. G. (2004). Compuestos fenólicos. *Offarm*, *23*(6), 80–84.

de Souza, P. A., Moreira, L. F., Sarmento, D. H. A., & da Costa, F. B. (2018). Cacao—Theobroma cacao. *Exotic Fruits Reference Guide*, *3*(2001), 69–76. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00010-1

Durá, S., Perez, E., Fuentes, A., & Barat, J. (2016). Estudio del valor nutricional y funcional de cacao en polvo con diferentes grados de alcalinización. In *Universidad*

Politécnica de Valéncia.

Efraim, P., Alves, A. B., & Jardim Pereira, D. C. (2011). Revisão:Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. *Brazilian Journal of Food Technology*, *14*(03), 181–201. https://doi.org/10.4260/bjft2011140300023

Enciso Roca, E., Aguilar Felices, E., & Común Ventura, P. (2019). Actividad antioxidante y efecto genotóxico de las semillas de Theobroma cacao L. "cacao". Ayacucho - 2018. In *Investigación* (Vol. 27, Issue 2). https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.2019.2.133

Enríquez-Estrella, M., & El Salous, A. (2022). Chocolate couvertures development from combination of CCN51 and Super Tree cocoa varieties, in the Pastaza Province. *Ciencia e Investigación*, *25*(1), 45–54. https://doi.org/10.15381/ci.v25i1.22834

Erazo Gavilánez, C. Y. (2019). Diseño de un fermentador y secador solar piloto, para dos variedades de cacao (Theobroma cacao L), en el cantón El Empalme provincia Guayas. In *Universidad Internacional SEK*. https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3361/1/FERMENTACION DE CACAO.pdf

Fernández-Larrea, J., Pinent, M., Bladé, M. C., Salvadó, M. J., Blay, M., Pujadas, G., Ardévol, A., & Arola, L. (2007). Alimentos ricos en procianidinas, alimentatión funcional para prevenir la aparición de síndrome metabólico. *Revista Espanola de Obesidad*, *5*(2), 98–108.

García-Briones, A. R., Pico-Pico, B. F., & Jaimez, R. E. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista Digital Novasinergia*, *4*(2), 152–172. https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10

Gómez Juaristi, M. (2015). *Metabolismo de flavonoides y ácidos hidroxicinámicos de la dieta. Estudios de transporte in vitro y de disponibilidad en humanos.* http://eprints.ucm.es/33529/1/T36516.pdf

Gómez Ríos, L. (2021). *Evaluación del hongo Glomus intrarradices (Glomus) en la fitoestabilización de Plomo (Pb) y su acumulación en los tejidos de plantones de Theobroma cacao L. (Cacao) en la etapa de vivero, Región Ucayali – Perú*.

Gutiérrez Maydata, B. A. (2002). Chocolate, polifenoles y protección a la salud. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, *21*(2), 149–152.

Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Álava, J., Sancán-Pin, G., & León-Aguilar, R. (2018). Contenido de clorofilas totales en doce clones de cacao (Theobroma cacao L.). *La Técnica, ISSN 1390-6895, ISSN-e 2477-8982*, *20*(2), 11–18.

Hernandez Alvarado, R. (2012). *Propagación del cacao (Theobroma cacao L.)*.

Hernández Guiance, S. N., Marino, L., Isern, D. M., Coria, I. D., & Irurzun, I. (2019). Flavonoides: aplicaciones medicinales e industriales. *Invenio*, *22*, 11–27.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo sus similitudes y diferencias. *RH Sampieri*,

Metodología de La Investivación, *22*, 2–21. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58257558/Definiciones_de_los_enfoques_cuantitativo_y_cualitativo_sus_similitudes_y_diferencias-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1665031128&Signature=CWlHMOjC17jAjN5~PoQxtXNOjN~QllKS8AtQlxlEfLC9Y78yk6DterT09m7AuXutJKhBP6

Hipólito-Romero, E., Carcaño-Montiel, M. G., Ramos-Prado, J. M., Vázquez-Cabañas, E. A., López-Reyes, L., & Ricaño-Rodríguez, J. (2017). Effect of mixed edaphic bacterial inoculants in the early development of improved cocoa cultivars (Theobroma cacao L.) in a traditional agroforestry system of Oaxaca, Mexico. *Revista Argentina de Microbiologia*, *49*(4), 356–365. https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.04.003

Huanca Melgarejo, J. A. (2010). *Polifenoles totales, Catequina y actividad antioxidante en granos de Cacao (Theobroma cacao L.) Criollo y CCN-51 en las etapas de beneficio y tostado.* http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/246/FIA-168.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INIAP. (2009). —Manual No. 76—. *Manual de Cultivo de Cacao Para La Amazonía Ecuatoriana*, *0076*(76), 5. https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4786

Lecumberri, E., Mateos, R., Izquierdo-Pulido, M., Rupérez, P., Goya, L., & Bravo, L. (2007). Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physico-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (Theobroma cacao L.). *Food Chemistry*, *104*(3), 948–954. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.12.054

Lecumberri, E., Mateos, R., Ramos, S., Alía, M., Rúperez, P., Goya, L., Izquierdo-Pulido, M., & Bravo, L. (2006). Caracterización de la fibra de cacao y su efecto sobre la capacidad antioxidante en suero de animales de experimentación. *Nutricion Hospitalaria*, *21*(5), 622–628.

Limón, D., Díaz, A., Mendieta, L., Luna, F., Zenteno, E., Guevara, J., Fernández, Á., Jaimes, B., Patlán, C., Fonseca, G., Álvarez, R., & Meza, V. (2010). Los Flavonoides: Mecanismo de acción, Neuroprotección y efectos farmacológicos. *Mensaje Bioquímico*, *34*(December 2013), 143–154. http://bq.unam.mx/mensajebioquimico

Loor-Solórzano, R. G., Amores-Puyutaxi, F. M., Vasco-Medina, S. A., Quiroz-Vera, J. G., Casanova-Mendoza, T. de J., Garzón-Catota, A. I., Sotomayor-Cantos, I. A., Jiménez-Barragán, J. C., Tarqui-Freire, O. M., Rodríguez-Zamora, G. A., Quijano-Rivadeneira Grisnel C, Plaza-Avellán Luis F, Guerrero-Castillo Hilton E, & Zambrano-Flores Fanny G. (2019). INIAP-EETP-800 'Aroma pichilingue', nueva variedad ecuatoriana de cacao fino de alto rendimiento. *Revista Fitotecnia Mexicana*, *42*(2), 187–189.

Lujano, E., Manganiello, L., Contento, A., & Ríos, Á. (2019). *Identificación y cuantificación de (+) - catequinas y procianidinas en cacao procedente de Ocumare de la Costa, Venezuela / Identification and quantification of (+) - catechins and procyanidins in cocoa from Ocumare de la Costa, Venezuela*.

Martínez Izaguirre, A. (2015). Catequinas del cacao y su efecto en la presión arterial. *Nutrición Para Vivir Mejor*.

Martínez Laos, H. P. (2020). *Control prenatal inadecuado asociado a complicaciones*

perinatales en el Hospital Nacional Sergio E. Bernales en el periodo enero junio del 2019.

MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2016). *Estudio del cacao en el Perú y en el Mundo: Un análisis de la producción y el comercio.* https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf

Muñoz Hernández, G. C. (2018). Evaluación de la capacidad antioxidante en cacao Nacional fino de aroma (Theobroma cacao L.), de las principales zonas productoras del Ecuador. In *Bitkom Research* (Vol. 63, Issue 2). http://forschungsunion.de/pdf/industrie_4_0_umsetzungsempfehlungen.pdf%0Ahttps://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfelpapier-online.pdf%0Ahttps://www.bitkom.org/ sites/default/files/ pdf/Presse/Anhaenge-an-PIs/ 2018/180607 -Bitkom

Nazario, O., Ordoñez, ; Elizabeth, Mandujano, Y., & Arévalo, J. (2014). *Polifenoles totales, antocianinas, capacidad antioxidante de granos secos y análisis sensorial del licor de cacao (Theobroma cacao L.) criollo y siete clones. 3*(1), 51–59.

Ortiz S., J., Chungara, M., Ibieta, G., Alejo, I., Tejeda, L., Peralta, C., Aliaga-Rossel, E., Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. M. (2019). Determinación de teobromina, catequina, capacidad antioxidante total y contenido fenólico total en muestras representativas de cacao Amazónico Boliviano y su comparación antes y después del proceso de fermentación. *Revista Boliviana de Química*, *36*(1), 40–50. https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.1.4

Padilla, F. C., Rincón, A. M., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, *58*(3), 303–308.

Pallares Pallares, A., Estupiñán A, M. R., Perea Villamil, J. A., & López Giraldo, L. J. (2017). Impacto de la fermentación y secado sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante del clon de cacao CCN-51. *Revista ION*, *29*(2), 7–21. https://doi.org/10.18273/revion.v29n2-2016001

Pang, M., Lin, X., Liu, J., Guo, C., Gao, S., Du, H., Lu, C., & Liu, Y. (2016). Identification of Aeromonas hydrophila genes preferentially expressed after phagocytosis by Tetrahymena and involvement of methionine sulfoxide reductases. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *6*(DEC), 1–13. https://doi.org/10.3389/fcimb.2016.00199

Perrez, S., Christian, J., Kouam, D., Ondobo, M., & Ndjaga, J. (2021). Identification of Methylxanthines and Phenolic Compounds by UPLC-DAD-ESI-MS OTOF and Antioxidant Capacities of Beans and Dark Chocolate Bars from Three Trinitario×Forastero Cocoa (Theobroma cacao L.) Hybrids. *Journal of Food Research*, *10*(2), 2021. https://doi.org/10.5539/jfr.v10n2p32

Pincay Figueroa, D. M. (2019). *Polifenoles y capacidad antioxidante en granos de cacao en función del genotipo y pisos altitudinales del cultivo en la zona 4*.

Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles , compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, *27*(1), 76–89. https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5418

Ramírez Hernández, J. H., García Flores, C. F., Vizcaíno Reséndiz, J. A., Cárdenas, J. M., Gutiérrez Cantú, F. J., Mariel Murga, H., & Villagrán Rueda, S. (2012). ¿Qué son y para qué sirven los antioxidantes? *La Ciencia y El Hombre*, *25*, 25–27. https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol23num1/articulos/basuras/index.HTML

Rashidi, A., H, S., & Alhumaidan, H. (2017). Computer vision syndrome prevalence, knowledge and associated factors among Saudi Arabia University Students: Is it a serious problem? Int J Health Sci (Qassim) [Internet]. 2017;11(5):17–9. Available from: http://www.ncbi.n. *International Journal of Health Sciences*, *11*(5), 17–19. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29114189%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5669505

Rechner, A. R., & Kroner, C. (2005). Anthocyanins and colonic metabolites of dietary polyphenols inhibit platelet function. *Thrombosis Research*, *116*(4), 327–334.

Ricaño-Rodríguez, J. (2018). El estudio genómico del cacao (Theobroma cacao L.); breve recopilación de sus bases conceptuales. *Agro Productividad*, *11*(9), 29–35. https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1211

Ropero Lara, A. B. (2021). *Cacao y chocolate. Innograin.* 1–5.

Rosal, K., Useche, A., Morán, L., López, M., & Bruges, G. (2018). La epigalocatequina-3-galato induce apoptosis en plaquetas. *Investigación Clínica*, *59*(2), 146–154. https://doi.org/10.22209/ic.v59n2a04

Sakata, R., Ueno, T., Nakamura, T., Sakamoto, M., Torimura, T., & Sata, M. (2004). Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate inhibits platelet-derived growth factor-induced proliferation of human hepatic stellate cell line LI90. *Journal of Hepatology*, *40*(1), 52–59. https://doi.org/10.1016/S0168-8278(03)00477-X

Salas Tornés, J., & Hernández Sánchez, L. Y. (2015). Cacao, una aportación de México al mundo. *Revista Ciencia*, *66*(3), 32–39. https://doi.org/10.4271/2013-01-1047

Sánchez, M. J., Fernández, M., & Díaz, J. C. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, *8*(1), 107–121. https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400

Sánchez, V. H., Zambrano, J. L., & Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del Cacao en América Latina y El Caribe*.

Sanjinez Asbún, M., Nishi, C., López Bilbao La Vieja, I. L., & Urquizo Ayala, G. (2017). Prevalencia de esteatosis hepática no alcohólica en pacientes diabéticos tipo 2, con o sin síndrome metabólico. *Revista Médica de La Paz*, *23*(1), 15–18.

Scapagnini, G., Davinelli, S., Di Renzo, L., De Lorenzo, A., Olarte, H. H., Micali, G., Cicero, A. F., & Gonzalez, S. (2014). Cocoa bioactive compounds: Significance and potential for the maintenance of skin health. *Nutrients*, *6*(8), 3202–3213.

https://doi.org/10.3390/nu6083202

Schramm, D. D., Wang, J. F., Holt, R. R., Ensunsa, J. L., Gonsalves, J. L., Lazarus, S. A., Schmitz, H. H., German, J. B., & Keen, C. L. (2001). Chocolate procyanidins decrease the leukotriene-prostacyclin ratio in humans and human aortic endothelial cells. *American Journal of Clinical Nutrition*, *73*(1), 36–40. https://doi.org/10.1093/ajcn/73.1.36

Slullitel, J. (2012). *Valoración de la importancia nutricional del consumo de antioxidantes en personas de 40 a 50 años*.

Urango Marchena, L. A., Montoya Porra, G. A., Cuadros Quiroz, M. A., Henao, D. C., Zapata, P. A., López Mira, L., Castaño, E., Serna López, Á., Vanegas, C. V., Loaiza, M. C., & Gómez, B. (2009). Efectos de los compuestos bioactivos de algunos alimentos en la salud. *Perspectivas En Nutrición Humana*, *11*(1), 27–38.

Valdez Gallardo, A. C. (2015). *Estudio de la producción del cacao de aroma (Theobroma cacao L.) y el valor nutricional aplicado a platos de autor, en el "Cantón Puerto Quito".*

Valverde García, P. (2007). La Epicatequina. Un flavonoide para recordar. In *Renut* (Vol. 1, Issue 1, pp. 7–10). https://revistarenut.org/index.php/revista/article/view/29/32

Veliz Gonzales, L. M. (2019). Compuestos bioactivos del Theobroma Cacao en beneficio de la salud: una revisión de la literatura científica. In *Universidad Privada del Norte*. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11291

Vera Chang, J. F., & Chumaña Zambrano, O. A. (2022). *Determinación del contenido de antioxidantes y actividad antioxidante de placenta de cacao (theobroma cacao l.), variedades clon CCN-51 y tipo nacional x trinitario*.

Villanueva-Tiburcio, J. E., Condezo-Hoyos, L. A., & Asquieri, E. R. (2010). Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante, en la cáscara de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh). *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, *30*(Supl. 1), 151–160. https://doi.org/10.1590/s0101-20612010000500023

Waizel, S., Waizel, J., Magaña, J. A., Campos, P., & San Esteban, J. E. (2012). Cacao y chocolate : seducción y terapéutica. *Anales Médicos*, *57*(3), 236–245. http://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2012/bc123k.pdf

Wickramasuriya, A. M., & Dunwell, J. M. (2018). Cacao biotechnology: current status and future prospects. *Plant Biotechnology Journal*, *16*(1), 4–17. https://doi.org/10.1111/pbi.12848

Wollgast, J., & Anklam, E. (2000). Review on polyphenols in Theobroma cacao: Changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Research International*, *33*(6), 423–447. https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00068-5

Zamora Guevara, J. A., Campoverde Mori, J. R., Jiménez Jiménez, W. J., & Mariscal Santi, W. E. (2022). Actividad Antioxidante de Pulpa, Semilla y Pericarpio de Mazorca del Theobroma Cacao. *Reciamuc*, *6*(3), 564–574.

https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.564-574

ANEXO 1

Marco Teórico

Cacao

El cacao se origina en las regiones de selva tropical de América tropical desde Perú hasta México. Se cultiva en las regiones tropicales entre 15° al norte y 15° al sur de la línea ecuatorial, se puede encontrar hasta las latitudes subtropicales entre 23°26’ (límite del Trópico de Cáncer) al norte y 23°26’ (límite del Trópico de Capricornio) al sur de la línea ecuatorial (MINAGRI-DGPA-DEEIA, 2016).

La especie *Theobroma cacao* L., es un árbol grande considerado como semicaducifolio de hasta 12 m de altura, el tallo es glabro y pubescente en todos los ejes que son más jóvenes, en las hojas su base es redondeada a ligeramente cordada, con un peciolo largo de 14 a 27 cm aproximadamente y presentan el ápice apiculado debido a su forma (Gómez Ríos, 2021). Tiene alrededor del 80% de su constitución en la corteza y el 20% restante incluye semillas, pulpa y otros constituyentes (de Souza et al., 2018).

Además el cacao ha sido un rubro de importancia económica y social en distintas culturas del continente americano, en la que cumple la función para el consumo y comercio (Andrade-Almeida et al., 2019), esta especie representa un recurso biocultural significativo para el mundo, debido principalmente a su importancia en la producción y comercialización del chocolate (Ricaño-Rodríguez, 2018). Debido a que es explotada por alrededor de seis millones de agricultores en todo el mundo, y es un medio de subsistencia de más de 40 millones de personas, posee una importancia económica global considerable (Wickramasuriya & Dunwell, 2018).

Actualmente se conocen más de 20 especies dentro del género *Theobroma* L., y *T. cacao*, es el único linaje que se cultiva de manera extensiva (Hipólito-Romero et al., 2017). Las plantaciones de cacao a nivel mundial utilizan en orden de superficie plantada y de producción a las variedades Forastero, Criollo y Trinitario (Hernandez Alvarado, 2012) siendo el Trinitario cruce del Criollo y Forastero. En la tabla 6 se presenta la descripción taxonómica de la especie.

Tabla 6. Taxonomía del cacao

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Dilleniidae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Byttnerioideae
Género	Theobroma
Especie	T. cacao L.

Fuente: (Valdez Gallardo, 2015).

Propiedades nutricionales

El cacao natural es rico en otro componente de interés nutricional como es la fibra dietética, un alto consumo se asocia con una menor incidencia en trastornos crónicos del intestino, obesidad, diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer (Durá et al., 2016).

Luego del proceso tostado, la mitad de la semilla de cacao es grasa, el resto son proteínas, fibra e hidratos de carbono, el 60% de esa grasa es saturada, la cantidad de azúcar es muy baja; los taninos, polifenoles responsables del sabor áspero y amargo del cacao, suponen el 4 – 8%, los componentes estimulantes, teobromina y cafeína rondan el 1.4% y más de 400 compuestos volátiles que se producen durante la fermentación y el tostado contribuyen al aroma y sabor característicos del cacao (Ropero Lara, 2021).

Tabla 7. Aporte nutricional por cada 100 g de las variedades de cacao.

Variedad / Componentes	CCN51	Criollo	Forastero	Trinitario
Calorías	180	450	221	447
Proteínas (g)	10.6	14.4	14	13.2
Grasas (g)	74	44.9	33	44.9
Carbohidratos totales (g)	29.3	36.1	28.2	36.3
Fibra (g)	18.1	13.3	14	8.9
Calcio (mg)	57	64	106	70
Fósforo (mg)	570	497	537	516
Hierro (mg)	6.8	4.5	3.6	2.4
Vitamina A	0.03	0.04	-	0.5
Vitamina B1	0.5	0.17	0.25	0.2
Vitamina B2	0.3	0.21	0.1	0.19
Vitamina B3	1.3	1.4	1.5	1.69

Fuente: (Valdez Gallardo, 2015).

La corteza de cacao presenta niveles razonables de minerales, como K, Ca, P y Mg. La pulpa presenta pH de 3.32, acidez de 1.84%, sólidos solubles de 14.81°Brix y sacarosa de 7.42%. La "miel de cacao" consiste en agua, azúcares fermentables (10%–18%), ácidos no volátiles (0,77 %–1,52 %), pectina (0,9 %–2,5 %) y fibras (0 %–7 %). Las semillas presentan altos niveles de glucosa (41,51 mg g $^{-1}$), compuestos fenólicos (148,5 mg 100 g $^{-1}$) y baja acidez. Por su parte, las semillas secas y tostadas, denominadas granos de cacao después de la fermentación, presentan altos niveles de lípidos (31%), proteínas (8,4%), polifenoles (5,2%) y carbohidratos (13,7%) (de Souza et al., 2018).

Por su alto valor nutricional el cacao, y no solo el grano sino también las hojas y

derivados que se le pueden extraer al grano, son de gran beneficio como el consumo del grano al ser diurético, ayuda al organismo a deshacerse de líquidos innecesarios o tóxicos y la manteca de cacao al tener vitamina E, funciona como antioxidante para la piel, utilizado en la cosmetología (Alvarado Almeida, 2015).

Propiedades bioactivas

El *T. cacao* presenta una serie de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud de sus consumidores, los cuales pueden ser aprovechados en la prevención y tratamiento de enfermedades del ser humano, siempre manteniendo un control respectivo de la materia prima, ya que muchos de los procesos industriales presentes para obtener el cacao, no son las adecuadas y por ende ocasionan una disminución de estos componentes nutricionales (Veliz Gonzales, 2019).

Se han realizado investigaciones que reportan cualidades para la salud debido a los flavonoides de las semillas de cacao, tejidos de fibras vegetales con propiedades antiinflamatorias que regulan los triglicéridos, los fosfolípidos y el colesterol. Asimismo, también contribuyen a bajar la presión arterial, ralentizan el proceso de envejecimiento y mejoran el rendimiento de los procesos mentales, incluido el de la memoria (Salas Tornés & Hernández Sánchez, 2015). Son numerosos los compuestos orgánicos de T. *cacao*, con utilidad farmacológica, por ejemplo, la cafeína, la teofilina y la teobromina con acción diurética (aunque también la teofilina es un potente estimulante cardiovascular y del sistema nervioso central) (Waizel et al., 2012).

Teniendo en cuenta los beneficios para la salud asociados con el consumo de fibra dietética y los polifenoles en la dieta, la presencia de ambos componentes bioactivos en los granos de cacao despierta el interés de tal producto como un ingrediente funcional potencial para la industria (Lecumberri et al., 2007).

Antioxidantes del cacao

Entre las propiedades funcionales del cacao se encuentra su capacidad antioxidante que es capaz de inhibir la peroxidación de lípidos y prevenir la presencia de radicales libres que causan daño a nivel celular, este daño producido por los radicales libres puede aumentar el riesgo del desarrollo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades degenerativas (Padilla et al., 2008). El cacao es rico en compuestos antioxidantes como los

polifenoles, los flavonoles son los componentes mayoritarios, entre los que se encuentran proantocianidinas (58-65%), catequinas (29-38%) y antocianinas (1,7-4%) (Wollgast & Anklam, 2000). Contiene cantidades elevadas de flavonoides: catequina, enantiómeros de epicatequina, procianidina B2 y metilxantinas, que puede ser utilizado como un medicamento en el futuro para el tratamiento de muchas enfermedades crónicas (Veliz Gonzales, 2019).

Los antioxidantes que se encuentran en el cacao protegen la piel desde el interior al neutralizar el estrés oxidativo, un factor importante del deterioro de la estructura dérmica y el envejecimiento prematuro de la piel (Scapagnini et al., 2014). El cacao presenta un alto contenido de polifenoles que influyen directamente sobre la calidad de los granos y son los responsables de la formación del color marrón (chocolate), varias investigaciones han demostrado que los polifenoles presentan una alta actividad antioxidante y se los ha relacionado con efectos benéficos para la salud, permitiendo prevenir enfermedades cardiovasculares y degenerativas como el cáncer (Muñoz Hernández, 2018), por lo tanto, el consumo del cacao tiene beneficios para la salud gracias a la elevada capacidad antioxidante de los polifenoles de tipo flavonoides. Los flavanoles del cacao en forma monomérica y oligomérica, actúan como fuertes antioxidantes y se ha demostrado que son más potentes que otros polifenoles alimentarios (Scapagnini et al., 2014).