UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE SUSTANCIAS ACTIVAS BENEFICIOSAS A LA SALUD EN BEBIDAS FERMENTADAS DE *CACAO (Theobroma cacao* L.*).*

AUTOR(ES):

Patricio Alexander Montero Villena

Henry Fernando Saca Chinachi

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Manuel Lázaro Pérez Quintana, PhD

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE SUSTANCIAS ACTIVAS BENEFICIOSAS A LA SALUD EN BEBIDAS FERMENTADAS DE CACAO *(Theobroma cacao* L.*).*

AUTOR(ES):

Patricio Alexander Montero Villena

Henry Fernando Saca Chinachi

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD

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	
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	
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	
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	
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	

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.	25/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
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	100/100	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	100

Atentamente,

MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA

Firmado digitalmente por MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA
Fecha: 2023.03.10 12:23:47 -05'00'

Miguel Ángel Enríquez Estrella
docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 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	Cumple con lo establecido
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	Cumple con lo establecido
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.	19/20	Se mejoró la presentación sin embargo hay que considerar que el mayor porcentaje de información debe hacer referencia a las bebidas fermentadas y sus componentes bioactivos para la salud, no tanto al cultivo en general.
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	Cumple con lo establecido
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.	14/15	Falto mejorar la descripción de la metodología usada como, por ejemplo: criterios de inclusión-exclusión de los documentos contrastados.

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	En cuanto a los resultados falto profundizar un poco más el contraste de información respecto a los componentes bioactivos de las bebidas.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	9/10	Se manifiesta los componentes bioactivos, se pudo haber incluido si en las bebidas estudiadas han reportado el beneficio directo a la salud, para no dejarlo tan general, es decir tal como lo destacan en los resultados.
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	Cumple con lo requerido.
VALORACIÓN TOTAL	96/100	

DICTAMEN

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

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**x**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	96

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
JOSSELYN PAULINA
PICO POMA

Pico Poma Josselyn Paulina
Docente-Evaluador

Dado en la ciudad de Puyo, a los 08 días del mes de marzo de 2023.

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

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: MONTERO VILLENA PATRICIO ALEXANDER, con C.I. 1600782468, con el Tema:"Revisión bibliográfica de sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao *(Theobroma cacao* L.*)*", de la carrera de Agroindustria, dirigido por el Docente-tutor, Manuel Lázaro Pérez Quintana, con C.I. 1755190814, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 1%. Informe generado con fecha 02 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MANUEL LAZARO PEREZ QUINTANA

Manuel Lázaro Pérez Quintana
Docente Titular UEA

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	TIC-600_CORREGIDO_ Montero_Saca.docx (D159939594)
Submitted	3/2/2023 10:43:00 PM
Submitted by	
Submitter email	mperez@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	mperez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**TFG_BILLYZHUNIO_20-11-2020_V8 corregida.docx** Document TFG_BILLYZHUNIO_20-11-2020_V8 corregida.docx (D86382184)	1
SA	**Tesis Final Mishel (1).docx** Document Tesis Final Mishel (1).docx (D156352770)	1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/223061502.pdf Fetched: 3/2/2023 10:45:00 PM	1
SA	**Tesis Tacuri S.pdf** Document Tesis Tacuri S.pdf (D118139673)	1

Entire Document

Revisión bibliográfica de sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao (Theobroma cacao L.). Saca Chinachi Henry Fernando1 agi2017149@uea.edu.ec Montero Villena Patricio Alexander2 pa.monterov@uea.edu.ec Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD3 mprez@uea.edu.ec 1,2,3Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial Resumen La elaboración de bebidas fermentadas, con sustancias bioactivas en beneficio de la salud, a partir del cacao, se inició en el Ecuador en el siglo XVII. En esa época la producción cacaotera representaba del 40% al 60% de las exportaciones en el país, generando un crecimiento del sector exportador de cacao dinámico y en desarrollo. El mucilago o la pulpa del cacao (Theobroma cacao L.), se puede utilizar para generar etanol de segunda generación mediante un proceso de fermentación alcohólica. Este proceso ha recibido gran atención debido a sus funciones fisiológicas como anti mutagénicos y antimicrobianos. Los granos del cacao son sometidos a diferentes etapas que cambian el contenido de sustancias activas y componentes orgánicos beneficiosos, que se pueden aportar al mejoramiento de la salud, a través de una bebida de cacao, como compuestos naturales. El objetivo del presente trabajo fue identificar sustancias bioactivas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao. Las bebidas fermentadas de cacao tienen elevados contenidos de polifenoles y alcaloides, entre otras sustancias benéficas a la salud. Los compuestos bioactivos se consideran importantes en la alimentación humana. En el cacao los polifenoles son, principalmente, monómeros de flavanol (epicatequina y catequina) y oligómeros de proantocianina (dímero a decámero). Estos flavonoides son los componentes bioactivos más abundantes en los granos de cacao y se han relacionado con una mejor salud, por sus efectos antioxidantes. Palabras clave: Theobroma cacao, polifenoles, flavonoides, alcaloides, fermentación.

Abstract

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

Puyo, 02 de marzo de 2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: SACA CHINACHI HENRY FERNANDO, con C.I. 1500903453, con el Tema: "Revisión bibliográfica de sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao *(Theobroma cacao* L.*)*", de la carrera de Agroindustria, dirigido por el Docente-tutor, Manuel Lázaro Pérez Quintana, con C.I. 1755190814, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 1%. Informe generado con fecha 02 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MANUEL LAZARO PEREZ QUINTANA

Manuel Lázaro Pérez Quintana
Docente Titular UEA

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	TIC-600_CORREGIDO_ Montero_Saca.docx (D159939594)
Submitted	3/2/2023 10:43:00 PM
Submitted by	
Submitter email	mperez@uea.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	mperez.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**TFG_BILLYZHUNIO_20-11-2020_V8 corregida.docx** Document TFG_BILLYZHUNIO_20-11-2020_V8 corregida.docx (D86382184)	1
SA	**Tesis Final Mishel (1).docx** Document Tesis Final Mishel (1).docx (D156352770)	1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/223061502.pdf Fetched: 3/2/2023 10:45:00 PM	1
SA	**Tesis Tacuri S.pdf** Document Tesis Tacuri S.pdf (D118139673)	1

Entire Document

Revisión bibliográfica de sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao (Theobroma cacao L.). Saca Chinachi Henry Fernando1 agi2017149@uea.edu.ec Montero Villena Patricio Alexander2 pa.monterov@uea.edu.ec Pérez Quintana Manuel Lázaro, PhD3 mprez@uea.edu.ec 1,2,3Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial Resumen La elaboración de bebidas fermentadas, con sustancias bioactivas en beneficio de la salud, a partir del cacao, se inició en el Ecuador en el siglo XVII. En esa época la producción cacaotera representaba del 40% al 60% de las exportaciones en el país, generando un crecimiento del sector exportador de cacao dinámico y en desarrollo. El mucilago o la pulpa del cacao (Theobroma cacao L.), se puede utilizar para generar etanol de segunda generación mediante un proceso de fermentación alcohólica. Este proceso ha recibido gran atención debido a sus funciones fisiológicas como anti mutagénicos y antimicrobianos. Los granos del cacao son sometidos a diferentes etapas que cambian el contenido de sustancias activas y componentes orgánicos beneficiosos, que se pueden aportar al mejoramiento de la salud, a través de una bebida de cacao, como compuestos naturales. El objetivo del presente trabajo fue identificar sustancias bioactivas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao. Las bebidas fermentadas de cacao tienen elevados contenidos de polifenoles y alcaloides, entre otras sustancias benéficas a la salud. Los compuestos bioactivos se consideran importantes en la alimentación humana. En el cacao los polifenoles son, principalmente, monómeros de flavanol (epicatequina y catequina) y oligómeros de proantocianina (dímero a decámero). Estos flavonoides son los componentes bioactivos más abundantes en los granos de cacao y se han relacionado con una mejor salud, por sus efectos antioxidantes. Palabras clave: Theobroma cacao, polifenoles, flavonoides, alcaloides, fermentación.

Abstract

Revisión bibliográfica de sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao *(Theobroma cacao* L.*)*.

Saca Chinachi Henry Fernando 1[1]
agi2017149@uea.edu.ec
Montero Villena Patricio Alexander 2[1]
pa.monterov@uea.edu.ec
Dr.Pérez Quintana Manuel Lázaro,
PhD 3[2]
mprez@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra,
Carrera Agroindustria (1)

Resumen

La elaboración de bebidas fermentadas, con sustancias bioactivas en beneficio de la salud, a partir del cacao, se inició en el Ecuador en el siglo XVII. En esa época la producción cacaotera representaba del 40% al 60% de las exportaciones en el país, generando un crecimiento del sector exportador de cacao dinámico y en desarrollo. El mucilago o la pulpa del cacao (*Theobroma cacao* L.), se puede utilizar para generar etanol de segunda generación mediante un proceso de fermentación alcohólica. Este proceso ha recibido gran atención debido a sus funciones fisiológicas como anti mutagénicos y antimicrobianos. Los granos del cacao son sometidos a diferentes etapas que cambian el contenido de sustancias activas y componentes orgánicos beneficiosos, que se pueden aportar al mejoramiento de la salud, a través de una bebida de cacao, como compuestos naturales. El objetivo del presente trabajo fue identificar sustancias bioactivas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao. Las bebidas fermentadas de cacao tienen elevados contenidos de polifenoles y alcaloides, entre otras sustancias benéficas a la salud. Los compuestos bioactivos se consideran importantes en la alimentación humana. En el cacao los polifenoles son, principalmente, monómeros de flavanol (epicatequina y catequina) y oligómeros de proantocianina (dímero a decámero). Estos flavonoides son los componentes bioactivos más abundantes en los granos de cacao y se han relacionado con una mejor salud, por sus efectos antioxidantes.

Palabras clave*: Theobroma cacao,* polifenoles, flavonoides, alcaloides, fermentación.

Abstract

The production of fermented beverages, with bioactive substances for health benefits,

from cocoa, began in Ecuador in the seventeenth century. At that time, cocoa production represented 40% to 60% of the country's exports, generating a dynamic and developing cocoa export sector. The cocoa mucilage or pulp (Theobroma cacao L.) can be used to generate second-generation ethanol through an alcoholic fermentation process. This process has received great attention due to its physiological functions as anti-mutagenic and anti-microbial. Cocoa beans are subjected to different stages that change the content of active substances and beneficial organic components, which can be contributed to the improvement of health, through a cocoa beverage, as natural compounds. The objective of the present work was to identify bioactive substances beneficial to health in fermented cocoa beverages. Fermented cocoa beverages have high contents of polyphenols and alkaloids, among other substances beneficial to health. Bioactive compounds are considered important in human nutrition. In cocoa, polyphenols are mainly flavanol monomers (epicatechin and catechin) and proanthocyanin oligomers (dimer to decamer). These flavonoids are the most abundant bioactive components in cocoa beans and have been linked to better health due to their antioxidant effects.

Keywords*: Theobroma cacao*, polyphenols, flavonoids, alkaloids, fermentation.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de cacao *(Theobroma cacao* L.*)* en el Ecuador se inició en el siglo XVII, en esa época, la producción representaba del 40% al 60% de las exportaciones del país (Abad et al., 2020).Actualmente, este cultivo ha crecido significativamente durante la última década como una alternativa sostenible a la economía cacaotera (Gortaire, 2016)). El país es considerado un exportador de cacao dinámico y en desarrollo, que genera riqueza con posicionamiento en los mercados internacionales (Ortíz, 2019). El cacao es uno de los productos agrícolas neotropicales con mayor índice de aceptación en el mercado mundial, su cultivo y consumo generaron una alta demanda y comercialización, como materia prima o subproductos como polvo de cacao, manteca de cacao, licor de cacao, entre otros (Vázquez et al., 2016). En el área de producción cacaotera solo se aprovecha, por temas económicos y rentabilidad, la semilla que significa el 10% del peso total del fruto, la aceleración fermentativa del mucílago del cacao genera gran cantidad de exudado y es necesario para la fermentación por sus características organolépticas como sabor y olor (López & Robles, 2019).

La pulpa del cacao *(Theobroma cacao* L.*)*, puede utilizarse para crear etanol de segunda generación mediante un proceso de fermentación alcohólica; se aprovecha este subproducto que genera la cosecha (Pacheco & Trujillo, 2019). Este proceso se inicia con la fase de aire, aeróbica o acética; la presencia de bacterias *Acetobacter* transformanel etanol en ácido acético, se producen cambios sobre las propiedades organolépticas en la etapa fermentativa, que puede darse en un periodo de 6 a 8 días en los cuales los granos poseen un contenido antioxidante y polifenólico (Sánchez et al., 2019). Los compuestos activos de este proceso han recibido gran atención debido a sus funciones fisiológicas como agentes antimutagénicos y antimicrobianos, destacando polifenoles que son producidos en el metabolismo secundario de plantas y desempeñan un papel importante en los procesos de maduración, mecanismos de defensa y caracterización sensorial de los productos alimenticios derivados de la planta (Vera, 2018).

Comprender las actitudes de los consumidores hacia los alimentos, en particular a bebidas fermentadas, es esencial para el éxito del producto. A menudo, la aceptabilidad de una muestra se obtiene según los criterios sensoriales del consumidor, a partir de las respuestas de preferencia que suelen ser promedios heterogéneos de opiniones individuales (Rocha, 2017). La fermentación natural altera la capacidad antioxidante para atrapar los radicales libres y sus propiedades funcionales por la alteración de las enzimas sobre las sustancias orgánicas, especialmente aumentando la solubilidad de las proteínas y compuestos derivados, que permite proponer estas como importantes constituyentes en el cacao *(Theobroma cacao* L.*)* para la elaboración de bebidas fermentadas (Ciurlizza, 2009).

A partir de la descripción anterior, se propuso el siguiente problema de investigación ¿Es posible la obtención de bebidas fermentadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) con sustancias bioactivas y potencial beneficio a la salud? Dentro del proceso del cacao se obtiene, principalmente, polifenoles con actividad antioxidante y características organolépticas favorables, los granos del cacao son sometidos a distintas etapas que cambian el contenido de metabolitos, fundamentalmente para una superior calidad organoléptica. El conocimiento de los componentes orgánicos beneficiosos, que sepueden aportar al mejoramiento de la salud, a través de una bebida de cacao, como compuestos naturales, es muy importante (Alvarado, 2021). El motivo para seleccionar al cacao (*Theobroma cacao* L.) como material de estudio a utilizar en este trabajo, fue su

alta disponibilidad, sus propiedades fisicoquímicas y las sustancias beneficiosas para la salud. El objetivo del presente trabajo fue identificar sustancias bioactivas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación

La investigación cualitativa es el método científico aplicado en la recopilación de datos no numéricos en esta revisión bibliográfica, sobre las sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao *(Theobroma cacao* L.*)*, seleccionando información proveniente de artículos científicos, tesis, revistas de ciencia y libros abarcando información, principalmente de los últimos 5 años, La búsqueda de la información científica se realizó en inglés y español, permitió una recolección amplia sobre el tema en las bases informativas Science Direct, SciELO y Pub Med. El método utilizado para este estudio fue analítico-deductivo, el cual se basó en analizar y comprender la información de las distintas fuentes bibliográficas y entornos virtuales, para verificar la existencia de sustancias activas en bebidas fermentada de cacao (*Theobroma cacao* L.).

Formulada la pregunta de investigación, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el tema planteado, para la elaboración de artículo de revisión primero se encontraron bibliografías sobre tema en particular en diferentes fuentes de información (Amezcua, 2015).

Dado el volumen elevado de información disponible, fue necesario contar con herramientas básicas para distinguir qué información es científicamente relevante (Rodríguez et al., 2016). Se tomó en cuenta la clasificación de la comunicación científica que se divide en:

Primaria: Resultados científicos y fundamentos conceptuales, provenientes de la investigación científica. Ejemplos, artículos originales de revistas y tesis que describen resultados relacionados con esta investigación.

Secundario: Artículos que reorganizan el material dentro de una jerarquía del contenido y presentan una nueva narrativa, se derivan de fuentes primarias, que luego se interpretan y concluyen. Ejemplos, artículos o investigaciones que se relacionan

específicamente con un tema científico.

Terciarias: Libros de texto, resúmenes didácticos. Simplifican los documentos primarios y secundarios.

En esta revisión bibliográfica se realizó una investigación con distintas fuentes de información científica. La indagación bibliográfica se inició en el mes de noviembre del 2022 con la utilización de distintos métodos y técnicas de búsqueda de la información relacionada a bebidas fermentadas de cacao (*Theobroma cacao* L.), se profundizó en tipos de bebidas, normativas para su obtención, sustancias activas que poseen, beneficios del cacao y su mucilago (Gómez et al., 2014). Se seleccionaron 50 documentos importantes para la revisión bibliográfica (Freire, 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Organización de la información

En la tabla 1 se evidencia que el mayor porcentaje de información se encuentra en artículos de revistas (54%), artículos de scielo (20%), libros (18%), tesis (4%), scienceDirect (2%), redalyc (2%). La verificación cuidadosa de la información influye en su fiabilidad para un manejo profesional en el desarrollo del trabajo.

Tabla 1. Organización de la información.

Tipo de elemento	Buscadores	Numero de búsquedas	Porcentajes
Artículo de revista	Scielo	15	21.74%
Académica	Google académico	31	44.93%
	Academia.edu	1	1.45%
	ScienceDirect	2	2.90%
	Pubmeed		
	Redalyc	3	4.34%
Tesis		8	11.6%
Libros	Repositorios digitales	9	13.04%
TOTAL		**69**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Potencial de coproductos del cacao

Una vez obtenido el grano seco, los coproductos que quedan están compuestos principalmente por tres fracciones, mazorca, cáscaras de grano y mucílago de cacao. Este último subproducto posee el mayor potencial debido al alto contenido de azúcares. En la mayoría de los casos, están subexplotados y se consideran un "desperdicio" indeseable de la industria chocolatera (Hussain et al., 2018). Normalmente, se dejan descomponer en la plantación, lo que puede causar problemas ambientales, malos olores y propagar enfermedades(Duarte, 2020). Sin embargo, su composición les da el potencial de ser utilizados para otros fines, por ejemplo, para obtener compuestos bioactivos y fibra dietética que podrían usarse como ingrediente en el procesamiento de alimentos. Recientemente, la valorización de los coproductos agrícolas ha recibido una atención creciente, debido a la escasez de recursos naturales y los graves problemas ambientales (Martínez Espinosa et al., 2012). La investigación para generar nuevos productos ha convertido los coproductos en ingredientes alimentarios para su uso en aplicaciones de valor agregado. Por lo tanto, su posterior explotación como aditivos alimentarios o suplementos de alto valor nutricional ha ganado un interés creciente, porque se obtienen productos de alto valor, su empleo puede ser económicamente atractiva (Teneda Llerena et al., 2019).

3.2.1 Composición química subproductos del cacao

En la tabla 1 se presentan los resultados de la composición de diferentes partes de *Theobroma* cacao, cáscara, mucílago y granos. Se observa mayores contenidos de carbohidratos totales, celulosa, lignina y pectina en cáscara, mientras hemicelulosa está presente en mayor cantidad en cáscara y mucílago. La fibra dietética total es predominante en cáscara, mientras que proteínas totales, lípidos y minerales, en los granos. Se encontraron antocianinas, teobromina y cafeínas en granos, taninos en cáscara y granos, por último, pocos niveles de flavonoles en el grano.

Tabla 2: Composición química de los subproductos del cacao (g/100 g de peso).

Compuestos	Cáscara de cacao	Mucílago de cacao	Granos de cacao
Carbohidratos	29.04–32.30	10.70–68.35	17.80–23.17

Celulosa	24.24–35.00	20.80–57.50	15.10
Hemicelulosa	8.72–11.00	7.00–17.00	.
Lignina	14.60–26.38	12.00-14.60	32.41
Pectina	6.10–9.20	0.57–1.50	0.57–1.50
Fibra dietética total	36.60–56.10	16.89	18.60–60.60
Proteínas totales	4.21–10.74	0.41–5.56	15.79–18.10
Lípidos	1.50–2.24	1.91–3.54	2.02–6.87
Ceniza	6.70–10.02	3.70–7.68	5.96–11.42
Minerales (mg/100 g)	3230.85	1297.07	56.75–312.57
Ácidos orgánicos totales	-	17.52	-
Fenoles totales*	4.60–6.90	-	1.32–5.78
Antocianinas**	-	-	0.40
Teobromina	0.34	-	1.30
Cafeína	-	-	0.10
Taninos	5.20	-	3.30–4.46
Flavonoles**	-	-	1.50

*(g ácido gálico equivalente/100 g) y **(µg quercetina/100 g).

Referencia: (Soares & Oliveira, 2022).

En los países productores de cacao, el mucílago siempre se ha utilizado en la cocina para batidos y bebidas dulces debido a su sabor único y fácil disponibilidad. En los últimos años, algunas empresas de Europa y Estados Unidos han lanzado jugos de cacao elaborados íntegramente a partir de esta pulpa blanca, sin necesidad de azúcares añadidos debido al elevado contenido de en carbohidratos que posee. Algunos chocolateros artesanos y ahora también grandes marcas de chocolate, también están experimentando

con la inclusión de mucílagos en sus tabletas de chocolate como el edulcorante más natural y saludable (Soares & Oliveira, 2022).

El mucílago de cacao es una sustancia blanca, pegajosa y carnosa que rodea los granos de cacao dentro de la vaina (figura 1). Es completamente comestible para animales y humanos, ya que está dotado de un sabor afrutado, dulce, especiado y ligeramente ácido, además el mucílago de cacao ofrece la mezcla perfecta de sabores de frutas tropicales como mango, piña, maracuyá y lichi. Al igual que con los granos de cacao, el mucílago también tiene diferentes perfiles de sabor según la variedad de cacao (Gallego et al., 2022). Se sabe que los animales de la selva, especialmente los monos, ni siquiera consideran los granos de cacao, sino que apuntan directamente al mucílago, abren las vainas, desechan los granos y disfrutan de la sabrosa sustancia. En la producción de chocolate ocurre lo contrario, el 75% del mucílago de cacao se desecha y el 25% restante se utiliza durante la fermentación (Lu et al., 2018).



Figura 1. Constituyentes principales del fruto del cacao

Fuente:(Soares & Oliveira, 2022).

3.3 Componentes de licores/bebidas de cacao como superalimento en la dieta humana.

El cacao es un cultivo importante para países como Ghana, Costa de Marfil, Nigeria, Indonesia y Malasia. La evidencia ha demostrado los usos medicinales del cacao en muchas civilizaciones antiguas, como la Olmeca, la Maya y La Mexica (azteca). Además, se encontraron varios documentos que explican el uso del cacao en el tratamiento de algunas enfermedades del hígado (como dolencias y moquillo caliente) y cánceres (como cáncer de estómago y tumores hemorroidales) (Tacer-Caba, 2019). Según algunas otras fuentes, la percepción del cacao no solo como bebida sino también como planta medicinal para tratar algunos trastornos como la angina (Ishaq & Jafri, 2017).

Los compuestos fenólicos son productos del metabolismo secundario de las plantas, caracterizados como compuestos aromáticos que tienen grupos hidroxilos como sustituyentes(Quiñones et al., 2012). Las bebidas de cacao son muy ricas en ácidos fenólicos, por lo tanto, son una de las fuentes más ricas de flavanoles, una subclase de flavonoides, estas se consideran uno de los contribuyentes más importantes de la ingesta total de la dieta humana. Los flavonoles presentes en el cacao son, principalmente, monómeros de flavanol (epicatequina y catequina) y oligómeros de proantocianina (dímero a decámero), que se han informado como antioxidantes importantes. Las catequinas son flavan-3-oles y las proantocianina son oligoméricas, flavonoides que constan de 2 a 10 fracciones de epicatequina y catequina unidas covalentemente. Comúnmente los grupos de catequinas y procianidinas en el cacao se consideran juntos como "flavonoides de cacao" totales (Yoshida et al., 2005). La figura 2 muestra la clasificación completa de los flavonoides presente en los productos fermentados de cacao (bebidas y chocolate). Como dato interesante, se ha informado que el contenido de flavonoides por peso, en productos elaborados con cacao, es más alto que en el vino tinto, el té verde y el té negro (Valenzuela, 2007).

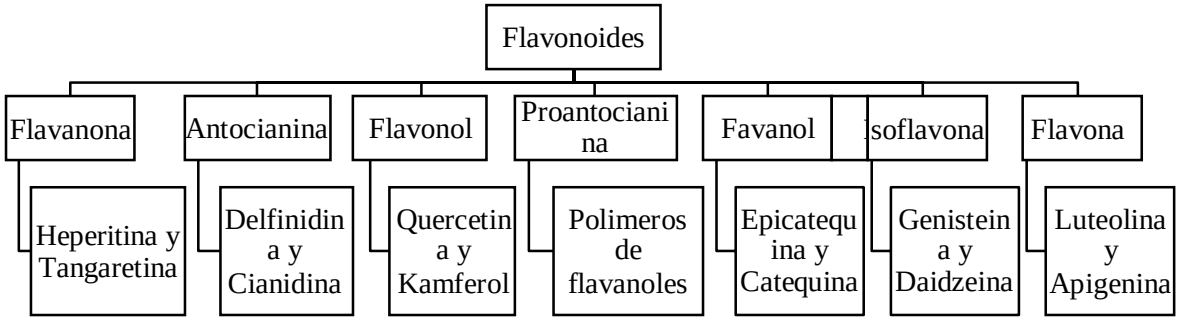
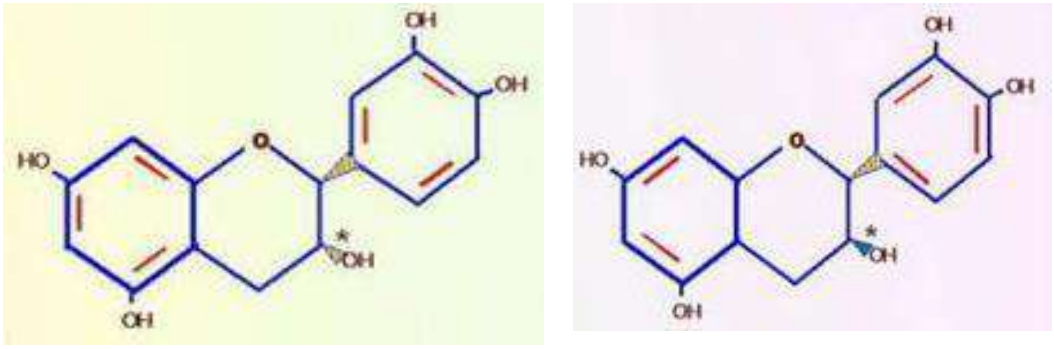


Figura 2. Principales flavonoides presentes en cacao (bebidas y chocolate).

Fuente: (Valenzuela, 2007)

Además, se ha encontrado que el cacao contiene algunos otros polifenoles en menor cantidad como luteolina, apigenina, naringenina, quercetina, isoquercitina, metilxantinas y principalmente teobromina (3,7-dimetilxantina) y cafeína en pequeñas cantidades. La importancia de la teobromina se ha atribuido principalmente a sus beneficios sobre los niveles de lipoproteínas, la sinergia con los flavan-3-oles y también su papel en el aumento de la absorción de epicatequinas (Yoshida et al., 2005). Según Valenzuela

(2007), la estructura química de los flavanoles monoméricos (-)-epicatequina y (+)-catequina son prácticamente iguales, aunque la posición en el plano espacial del grupo -OH en el segundo anillo es diferente (marcado con*) (figura 3).



A B

Figura 3. Estructura química del (-)- epicatequina (A) y estructura química del (+)-catequina (B).

Fuente: (Valenzuela, 2007).

El mecanismo distintivo de la actividad antioxidante de los flavonoles en las bebidas de cacao se explica por sus propiedades estructurales donantes de hidrógeno (captadores de radicales) y antioxidantes quelantes de metales, noción que es afirmada por Morales et al. (2012).

3.4 Bebida a base de cacao

Las bebidas fermentadas a base de cacao se elaboran, principalmente, con el mucílago ya que técnicamente este compuesto es quien se fermenta en la elaboración de chocolate. Aproximadamente, se producen de 100–150 L de jugo de pulpa de cacao por tonelada de granos durante el proceso de fermentación, por consiguiente, la producción de bebidas alcohólicas con niveles estandarizados de compuestos volátiles es una posible aplicación de este producto. Debido a su aroma tiene una alta aceptabilidad en comparación con otras bebidas alcohólicas de frutas (Soares & Oliveira, 2022).

En la tabla 3 se muestran resultados de bebidas fermentadas de cacao**,** componentes bioactivos (contenidos de polifenoles y actividad antioxidante) e influencia en la salud. Es escasa de la información sobre bebidas fermentadas de cacao y sus efectos en la literatura científica y los resultados que se muestran poseen amplia variabilidad, por lo que es un tema novedoso para continuar su estudio.

Tabla 3. Bebidas fermentadas de cacao, componentes bioactivo e influencia en la salud.

	Componentes funcionales			
	Contenido polifenólico	Actividad antioxidante	Beneficios a la salud	Referencias
Bebida funcional con cáscara de cacao	803.83 mgAG/L de bebida	7.29 mmol Trolox/L de bebida	Mejora de la secreción de insulina, actividad antidiabética	Rojo et al. (2019)
Bebida funcional de la cascarilla decacao	104.03 mg AG/100ml de bebida	4.25 mg TROLOX/g de muestra	Eliminaciónde radicaleslibres, prevención de enfermedades	Loza y Cruz (2018)
Bebida a base de cáscara de cacao	En cada mg/L de bebida: Ácido protocatéquico: 2.35 ± 0.14 Catequina: 2.04 ± 0.11. Epicatequina:	1.88 mM of Trolox equivalents	Efectos beneficiosos sobre la flora intestinal.	Cantele et al., (2020)

	4.64 ± 0.30			
Bebida de cacao-pulpa de pitahaya	35,60 (mg AG/g)	175,57 (µMOL Trolox/g).	Capacidad antioxidante, eliminación de radicales libres, prevención de enfermedades	Moreira y Cedeño (2022)

Loza e Inga (2018) elaboraron una bebida funcional a partir de la cascarilla de cacao (*Theobroma cacao* L), con buenas características de aceptación y la caracterizaron en cuanto a acidez, °Brix, pH, fibra, vitamina C, polifenoles totales y antioxidantes. El contenido de polifenoles totales fue elevado (104.03 mg EAG/100ml de muestra), los antioxidantes totales fueron de 4.25 mg/g de muestra. Estos investigadores demostraron que la cascarilla de cacao puede ser aprovechada para elaborar bebidas con propiedades funcionales beneficiosos para los consumidores.

Uno de los principales subproductos de la industria del cacao es la cáscara del grano (CBS), que representa aproximadamente el 12-20% del grano. Este producto se ha sugerido como ingrediente alimentario por su aroma y su alto contenido en fibra dietética y polifenoles. Rojo et al. (2019) evaluaron los efectos del tamaño de partícula del CBS y de los métodos de extracción sobre la composición química y la aceptación por parte del consumidor de una bebida funcional, con el fin de encontrar la mejor combinación de parámetros tecnológicos y beneficios para la salud. Para la preparación de la bebida utilizaron cinco tamaños de partícula de polvo de CBS y seis técnicas caseras. Obtuvieron valores de contenido fenólico total de las bebidas de hasta 1803,83 mg GAE/L. Los compuestos fenólicos y las metilxantinas las identificaron y cuantificaron mediante HPLC-PDA. Estos compuestos pueden estar relacionados con la elevada capacidad antioxidante (hasta 7,29 mmol TE/L) y las propiedades antidiabéticas (hasta un 52,0% de inhibición de la α-glucosidasa) observadas. Además, los resultados de aceptación por parte de los consumidores indicaron que el CBS puede representar un ingrediente interesante para nuevas bebidas funcionales con potenciales beneficios para la salud, reduciendo el impacto medioambiental y económico de la eliminación de subproductos.

La cáscara de haba de cacao, un subproducto que contiene un número significativo de compuestos bioactivos con propiedades funcionales, como polifenoles y metilxantinas. Se utiliza como ingrediente en bebidas y alimentos. Cantele et al. (2020) evaluaron la bioaccesibilidad de polifenoles y metilxantinas tras digestión in vitro en nuevas bebidas para consumo en casa. Además, se evaluaron la composición polifenólica, las propiedades funcionales (capacidades antirradicales y de inhibición de la α-glucosidasa) y la aceptabilidad de estas bebidas por parte del consumidor. La actividad antirradical en las bebidas fue de 1,75 y 1,88 mM de equivalentes de Trolox en dos bebidas diferentes. El porcentaje de inhibición de la α-glucosidasa antes de la digestión in vitro (51,64% y 53,82%) fue comparable al de la acarbosa a 0,5 mM. Las bebidas obtuvieron una alta aceptabilidad por parte de los consumidores. Por tanto, estos resultados ponen de manifiesto que las cascara de cacao pueden utilizarse como una fuente válida de compuestos bioactivos en la preparación de diferentes bebidas artesanales.

Moreira y Cedeño **(**2022**)** evaluaron el efecto del tiempo de infusión y relación cascarilla de cacao-pulpa de pitahaya en la evaluación fisicoquímica y sensorial de una bebida. Evaluaron parámetros fisicoquímicos (sólidos solubles, pH y acidez titulable) y parámetros funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles totales). Para los polifenoles totales el mejor tratamiento fue el mostro valores de 35,60 (mg GAE/g) y en capacidad antioxidante de 175,57 (μMOL Trolox/g).

3.4.1 Producción de una bebida fermentada a base de mucilago de cacao

Según Carrillo-Hormaza (2006), la obtención de una bebida fermentada a partir de cacao consta de las siguientes etapas que se muestra en la figura 4. El proceso inicia con la obtención del jugo mediante la separación del mucilago de la semilla y posteriormente el jugo obtenido se escurre en una malla de 0,1 mm la segunda etapa el jugo extraído se filtra para retirar los sólidos suspendidos de la pulpa. El siguiente paso consiste en la preparación del mosto, este debe presentar 15,4 ^{0}Brix, caso contrario se debe adicionar sacarosa, respecto al pH se recomienda un valor de 4,5. A continuación se prepara el inóculo con *Sacharomyces cerevisiae* (5g/l) y cloruro de potasio (0,190g/l) en 200 ml de mosto durante aproximadamente 1 hora. Inmediatamente se procede con la etapa de fermentación en un reactor anaeróbico, la operación unitaria se detiene cuando en el equipo ya no se visualiza la generación de CO_2, además durante este paso se adiciona bisulfito de sodio (200 ppm). La siguiente etapa es la centrifugación para lo cual se debe

refrigerar el mosto fermentado durante 24 horas, este lapso permite la precipitación de los sólidos suspendidos. Este líquido obtenido se debe someter a una centrifuga a 4000 rpm por 15 min, luego se realiza un envasado en recipientes de vidrios después se debe realizar una pasteurización de 60 ºC por 30 min y finalmente un añejamiento de 30 días.

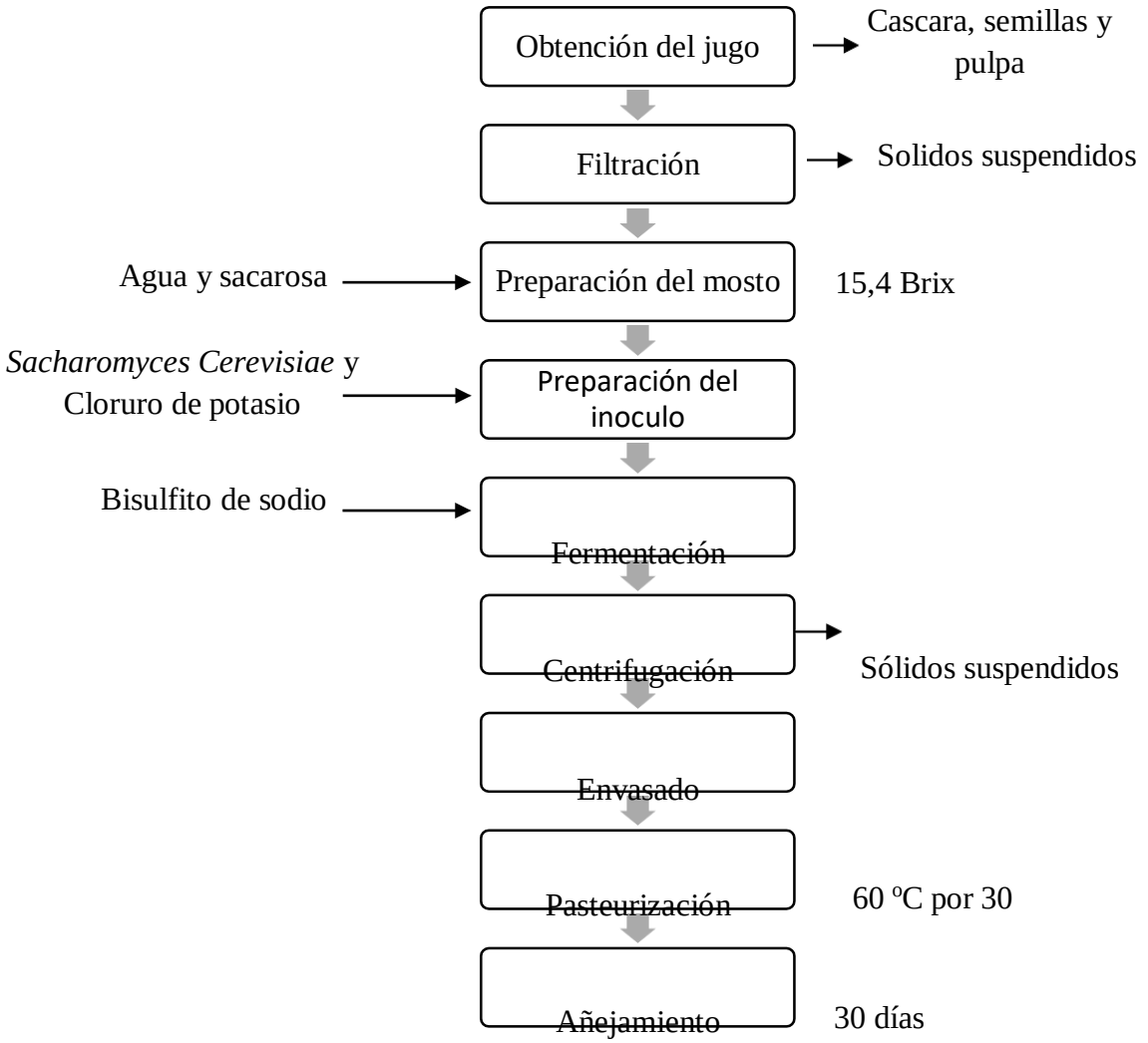


Figura 4. Diagrama de la obtención de una bebida fermentada a partir del mucilago del cacao

Fuente: (Carrillo-Hormaza, 2006).

Las variables para garantizar la calidad, que se deben controlar, en la obtención de bebidas de cacao son la concentración de azúcar de 20%.al 35%, además el producto final debe presentar un pH de 4 y 5 debido a que este rango inhibe el crecimiento de *Saccharomyces cerevisiase*, ambas nociones son validadas por autores como Djoulde et al. (2011). En cambio Goya (2013), menciona que no se debe someter al producto obtenido a temperaturas superiores de 35 C porque se evapora el alcohol, lo cual conlleva

a una disminución de la calidad.

Los niveles de vitamina C en las bebidas de cacao están en un 7,6 %, aunque esta cantidad no hace que el contenido de vitamina C de la bebida sea comparable al de frutas como la naranja y la mandarina (Guirlanda et al., 2021). El tipo y el tiempo de fermentación también pueden afectar los compuestos fenólicos totales en el producto final (Rahim et al., 2015).

3.5 Beneficios de los componentes de las bebidas de cacao en salud

Según lo revisado por Corti et al. (2009), los polifenoles de las bebidas de cacao pueden activar el factor hiperpolarizante derivado del endotelio (EDHF), aumentar la liberación de prostaciclina endotelial o inhibir la síntesis de endotelina-1 (ET). Además, los polifenoles pueden inhibir directamente la enzima convertidora de angiotensina(ECA) y la ciclooxigenasa (COX-1), lo que contribuye a sus efectos sobre la presión arterial y la inflamación. Según los resultados de Tacer-Caba (2019), los componentes presentes en las bebidas de cacao mejoran la resistencia del ADN al estrés oxidativo.

Según Indiarto et al. (2021), los flavonoides que se encuentran en el cacao (bebidas) son metabolizados por enzimas tanto en el intestino delgado como en el colon, además, los flavonoides interactúan con los microbios del colon, lo que ayuda en el crecimiento de los microbios probióticos. De manera similar, la epicatequina se convertirá para tener un peso molecular bajo, que luego será absorbido por el colon y ayudará a la digestión por los microbios probióticos. Igualmente, los flavonoides tienen una actividad antimicrobiana que puede inhibir microorganismos comensales o patógenos.

3.6 Potencial tecnológico de bebidas de cacao en la industria alimentaria

En el mercado del cacao, las bebidas presentan la mayor tendencia al aumento del consumo, especialmente liderado por grupos de consumidores con afinidad creciente al hábito de picoteo frecuente y consumo de bebidas (Allied Market Research, 2019). Entre estos consumidores, existen grupos con preferencias alimentarias específicas, demandando nuevos sabores que deben tener buena aceptación del sabor único de la miel de cacao. Del mismo modo, existe una tendencia creciente en el consumo de frutas y productos derivados de frutas con propiedades funcionales. Las llamadas súper frutas, que incluían el cacao. Según la FAO (2019), se estima una expansión del 9,6 % en el mercado de los del cacao y los jugos tropicales en 2026.

4. CONCLUSIONES

Al realizar una revisión bibliográfica de diferentes artículos, tesis y libros se encontraron documentos relacionados con las sustancias activas beneficiosas a la salud en bebidas fermentadas de cacao *(Theobroma cacao* L.*)*. Los flavonoides son los componentes bioactivos más abundantes en los granos de cacao y se han relacionado con una mejor salud.

Por la composición en sustancias bioactivos y fibra dietética los coproductos del cacao podrían usarse como ingrediente en el procesamiento de alimentos y bebidas.

Las bebidas fermentadas de cacao se elaboran, principalmente, con el mucilago del grano, ya que se producen de 100-150 L de jugo de pulpa de cacao por tonelada de granos durante el proceso de fermentación, que tiene un alto contenido de azúcar, pectina, fibra, vitaminas, zinc y magnesio.

REFERENCIAS

Abad, A., Acuña, C., & Naranjo, E. (2020). El cacao en la Costa ecuatoriana: estudio de su dimensión cultural y económica. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*(7), 59-83. https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/1442

Abad, K., Cevallos, H., Montealegre, V., & Romero, H. (2021). Análisis de las exportaciones del cacao ecuatoriano en grano en el periodo 2008 al 2018. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *4*(S1), 147-155. http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/422

Allied Market Research. (2019). *Cocoa products market by product type (cocoa beans, cocoa butter, cocoa powder & cake, cocoa paste & liquor, and chocolate) and application: global opportunity analysis and industry forecast, 2019–2026.* Retrieved 2 from https://www.alliedmarketresearch.com/cocoa-products-market

Alvarado, K. (2021). *"Fermentación de cacao (theobroma cacao l.) con adición de levadura (saccharomyces cerevisiae) y ENZIMA (PPO´ S) en la disminución de metales pesados"* Quevedo-Ecuador].

Amezcua, M. (2015). La Búsqueda Bibliográfica en diez pasos. *Índex de enfermería*, *24*(1-2), 14-14. https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1132-12962015000100028&script=sci_arttext&tlng=pt

Andrade, J., Rivera, J., Chire, G., & Ureña, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao Theobroma cacao L. de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE, 10*(4), 1-12. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-65422019000400001&script=sci_arttext

Anzules, V., & Pazmiño, E. (2022). Incidencia de "cherelle wilt" y enfermedades fungosas en mazorcas de cacao 'CCN-51' en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.*Idesia (Arica)*, *40*, 31-37. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292022000100031&nrm=iso

Barragán, B. (2019). *"Evaluación sensorial de sistemas de fermentación de almendra de*

cacao (Theobroma cacao L.), en el clon "CCN51" en la zona de Bucay, Provincia del Guayas" Babahoyo: UTB, 2019]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6135

Cantú, B. (2021). *Estudio del proceso de fermentación de los granos de cacao (Theobroma Cacao l.) en México* Universidad de Almería]. https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=288218

Carrillo-Hormaza, A. (2006). Desarrollo experimental del proceso para la obtencion de una bebida fermentada a partir del mucilago del cacao. *[Tesis presentada en opcion a Ingeniero Quimica en la Universidad Industrial de Santader]*, 63. http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/119470.pdf

Chávez, R., & Carbo, S. (2019). Estudio socio-económico del cultivo de cacao (theobroma cacao l.) en la parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo Los Ríos-Ecuador. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*(febrero). https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/cultivo-cacao-ecuador.html

Cienfuegos, E. (2016). Estudio del contenido de compuestos bioactivos del cacao y su aplicación en la obtención de un ingrediente rico en (poli) fenoles para el diseño de un chocolate enriquecido. *Proyecto de investigación:*. https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/48095

Ciurlizza, S. (2009). Diseño y desarrollo de una bebida proteica baja en calorías a base de soya (Glycine max L.), cacao (Theobroma cacao L) e inulina. https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1743

Corti, R., Flammer, A. J., Hollenberg, N. K., & Lüscher, T. F. (2009). Cocoa and cardiovascular health. *Circulation*, *119(10)*(10), 1433–1441. https://doi.org/10.1161/circulationaha.108.827022

Djoulde, R., Ngang, J. J., & François-Xavier, E. (2011). Fermentation of Cocoa Juice (Theobroma cacao L.) and Roselle (Hibiscus sabdariffa L.) Extracts into a Wine-Like Alcoholic Drink. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, *5*, 57-63. http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/2011/FVCSB_5(SI2)/FVCSB_5(SI2)57-63o.pdf

Duarte, E. (2020). *Manejo agronomico en cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) y proceso de certificacion de fincas en la Comunidad Sitio Historico, Matiguas, 2020* Universidad Nacional Agraria]. https://repositorio.una.edu.ni/4228/

Dueñas, D. (2021). Morichal, optimización del corte de la mazorca y extracción del cacao en baba. https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/7017

Esparza, R. (2017). Capacidad Antioxidante y Polifenoles Totales del Grano de Cacao (Theobroma cacao L.) de los Distritos de Naranjillo y Rioja. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/616

FAO. (2019). *Ultra-processed foods, diet quality, and health using the nova classification system*. Retrieved 2 from http://www.fao.org/publications/card/en/c/CA5644EN/

Freire, E. (2020). La búsqueda de información científica en las bases de datos académicas. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, *3*(1), 31-35. http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/219

Gallego, A. M., Zambrano, R. A., Zuluaga, M., Camargo Rodríguez, A. V., Candamil Cortés, M. S., Romero Vergel, A. P., & Arboleda Valencia, J. W. (2022). Analysis of fruit ripening in Theobroma cacao pod husk based on untargeted metabolomics. *Phytochemistry*, *203*, 113-126. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113412

Gómez, E., Fernando, D., Aponte, G., & Betancourt, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, *81*(184), 158-163. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0012-

73532014000200021

Gómez, M., González, L., Bravo, L., Vaquero, M., Bastida, S., & Sánchez, F. (2011). Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutricion hospitalaria*, *26*(2), 289-292. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/07_revision_05.pdf

González, F., Barajas, J., & García, P. (2019). Extracción de compuestos solubles de la cascarilla de cacao con CO2 supercrítico. Caso de metilxantinas y grasa. *CienciaUAT*, *13*(2), 128-140. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582019000100128&script=sci_arttext

Gortaire, R. (2016). Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos. *Antropología Cuadernos de investigación*(17), 12-38. http://www.cuadernosdeantropologia-puce.edu.ec/index.php/antropologia/article/view/85

Goya , M. (2013). *Obtención de una bebida alcohólica a partir de mucílago de cacao, mediante fermentación anaerobia en diferentes tiempos de inoculación* q]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/336

Goyes, P. (2020). *Desarrollo de una bebida a base de harina de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) y salvado de arroz (Oryza sativa) con doble fermentación* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos …]. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30798

Guevara, K. (2017). *Adición de enzimas y levaduras sobre los cambios químicos y organolépticos del cacao (Theobroma cacao L) Clon CCN-51* Quevedo: UTEQ]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2283

Guirlanda, C. P., da Silva, G. G., & Takahashi, J. A. (2021). Cocoa honey: Agro-industrial waste or underutilized cocoa by-product? *Future Foods*, *4*, 2-10. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100061

Hussain, N., Agus, B. A. P., Dali, A., & Teng, H. (2018). Determination of functional properties of cocoa waste from concentrated cocoa drink. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *12 (3)*, 2094–2102. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9824-2

Indiarto, R., Subroto, E., Sukri, N., & Djali, M. (2021). Cocoa (Theobroma cacao L.) Beans Processing Technology: A Review of Flavonoid Changes. *Asian Journal of Plant Sciences*, *20*, 684-693. https://doi.org/10.3923/ajps.2021.684.693

Ishaq, S., & Jafri, L. (2017). Biomedical Importance of Cocoa (Theobroma cacao): Significance and Potential for the Maintenance of Human Health. *Matrix Science Pharma*, *1*, 1-5. https://doi.org/10.26480/msp.01.2017.01.05

Landero, C. (2014). *Requerimientos de habilidades técnicas para la renovación de plantaciones de cacao en Tabasco, México* http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2493

Llerena, W. (2016). *Mejoramiento del Proceso de Fermentación del Cacao*. Universidad Internacional de andalucía. https://core.ac.uk/download/pdf/223061502.pdf

López, N., & Robles, J. (2019). *Produción de beta-fructofuranosidasa por aspergillus niger a partir del mucílago del cacao CCN 51 como fuente de carbono* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45470

López, Y., Cunias, M., & Carrasco, Y. (2020). El cacao peruano y su impacto en la economía nacional. *Revista Universidad y Sociedad*, *12*(3), 344-352. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000300344

Loureiro, G., Araujo, Q., Valle, R., Sodré, G., & Souza, S. (2017). Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (Theobroma cacao L.) PH-16 en la

región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, *4*(12), 579-587. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282017000300579&script=sci_arttext

Loyola, V., Sánchez, P., Canto, B., Gutiérrez, L., Galaz, R., & Moreno, O. (2004). Biosíntesis de los alcaloides indólicos: Una revisión crítica. *Revista de la Sociedad Química de México*, *48*(1), 67-94. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0583-76932004000100013&script=sci_arttext

Lu, F., Rodriguez-Garcia, J., Van Damme, I., Westwood, N. J., & Shaw, L. (2018). Valorisation strategies for cocoa pod husk and its fractions. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, *14*, 80-88. https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.07.007

Martínez Espinosa, R., Torres Castro, P., Meneses, M., Figueroa, J., Pérez-Álvarez, J., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of cocoa (Theobroma cacao L.) co-products. *Food Research International*, *49*, 39-45. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.08.005

Millena, C., Balonzo, A., Rentoy, J., Ruivivar, S., & Bobiles, S. (2023). Effect of fermentation stages on the nutritional and mineral bioavailability of cacao beans (Theobroma cacao L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, *115*, 104886. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S088915752200504X

Montes, M. (2016). *Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) ccn-51, en la zona de Babahoyo* Babahoyo: UTB, 2016]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3358

Morales, A. (2022). *Aplicación de mucílago de cacao como fuente de azúcares en el proceso fermentativo del scoby (Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast) para obtener una bebida fermentada* Quevedo: UTEQ]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6699

Morales, J. d. J., García, A., & Méndez, E. (2012). ¿Qué sabe usted acerca de...Cacao? *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, *43*(4), 79-81. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57928311010 (IN FILE)

Murillo, S., Ponce, F., & Huamán, M. (2020). Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (Theobroma cacao L.). *Manglar*, *17*(1), 67-73. https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/148

Ocaña, D. (2020). *Influencia del Bacillus subtilis en la sanidad y desarrollo de la mazorca de cacao (Theobroma cacao L.), en sus primeros tres estadios, en la zona de Puebloviejo* BABAHOYO: UTB, 2020]. http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7957

Ordoñez, E., Quispe, Y., & García, L. (2020). Cuantificación de fenoles, antocianinas y caracterización sensorial de nibs y licor de cinco variedades de cacao, en dos sistemas de fermentación. *Scientia Agropecuaria*, *11*(4), 473-481. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000400473&script=sci_arttext

Orozco, Y. (2021). Caracterización de la Mezcla de Cacao Variedades CCN 51 (Colección Castro Naranjal) e ICS 39 (Imperial College Selections) Producido en la Finca García Ubicada en la Vereda Casiano del Municipio de Floridablanca. https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42565

Ortíz, P. (2019). *Elaboración de una bebida láctea a base de cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.)* Universidad Estatal Amazónica]. https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/handle/123456789/724

Pacheco, N., & Trujillo, J. (2019). Obtención de etanol por fermentación alcohólica a partir del exudado de la pulpa de cacao (Theobroma cacao L.).

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10422

Preza, A. Obtención de péptidos bioactivos mediante hidrólisis enzimática de proteínas de reserva en la semilla de cacao (Theobroma cacao L). https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/10214

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://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf

Rahim, I., Kuswinanti, T., Asrul, L., & Rasyid, B. (2015). Screening of Fungal Rot Isolates from Cocoa as Phosphate-Dissolving and their Growth Ability on Three Types of Media. *Procedia Food Science*, *3*, 104-111. https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.010

Ramírez, M., Cely, V., & Ramírez, S. (2013). Actividad antioxidante de clones de cacao (Theobroma cacao L.) finos y aromáticos cultivados en el estado de Chiapas-México. *Perspectivas en nutrición humana*, *15*(1), 27-40. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082013000100002

Ramos, A., Gómez, M., Machado, E., & Aranguren, Y. (2020). Phenotypic and genotypic characterization of cacao cultivars (Theobroma cacao L.) from Dibulla, La Guajira, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *21*(3). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062020000300020

Rocha, D. (2017). *Desarrollo de una bebida en polvo conteniendo los polifenoles del vino tinto: caracterización fisicoquímica y sensorial* Universidad Nacional de La Plata]. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/58888

Rodríguez, I., Báez, E., Fernández, J., & García, L. (2016). Necesidades de aprendizaje de residentes para búsqueda y referenciación bibliográfica del trabajo de terminación de la especialidad. *Revista Médica Electrónica*, *38*(2), 132-144. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242016000200003

Sánchez, D., Rodríguez, W., Castro, D., & Trujillo, E. (2019). Respuesta agronómica de mucilago de cacao (Theobroma cacao L.) en cultivo de maíz (Zea mays L.). *Ciencia en desarrollo*, *10*(2), 43-58. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-74882019000200043

Soares, T., & Oliveira, M. (2022). Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects. *Molecules*, *27*(5), 1625. https://www.mdpi.com/1420-3049/27/5/1625

Solórzano, C., Franco, K., García, D., Escobar, Á., & Navarrete, Y. (2021). Efecto de la fermentación de cacao (theobroma cacao L.), variedad nacional y trinitario, en cajas de maderas no convencionales sobre la calidad física y sensorial del licor de cacao. *Revista de Investigación Talentos*, *8*(2), 42-55. https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/280

Tacer-Caba, Z. (2019). Chapter 3 - The concept of superfoods in diet. In C. M. Galanakis (Ed.), *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness* (Vol. Edition Second, pp. 73-101). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816453-2.00003-6

Teneda Llerena, W., Guaman-Guevara, D., & Oyaque, S. (2019). Exploración de la intención de consumo de la Cascarilla de cacao (Theobroma cacao L.) como infusión: caso Tungurahua-Ecuador. *Cuadernos de Contabilidad*, *20*, 1-14. https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc20-50.eicc

Valenzuela, A. (2007). El chocolate un placer saludable. *Revista chilena de nutrición*, *34*, 180-190. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182007000300001&nrm=iso

Vázquez, A., Ovando, I., Adriano, L., Betancur, D., & Salvador, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, *66*(3), 239-254. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222016000300010&script=sci_arttext

Veliz, L. (2019). Compuestos bioactivos del Theobroma Cacao en beneficio de la salud: una revisión de la literatura científica. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29558

Vera, J. (2018). *Extracción del polvo de cacao (Theobroma cacao L.) de cinco clones experimentales susceptibles a la monilla (Monilliophthora roreri Cif & Par) para la elaboración de una bebida adicionando mucilago de cacao y guayaba (Psidium guajava L.)* Quevedo: UTEQ]. https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4767

Vílchez, N. (2016). Efecto del material del fermentador, en el grado de fermentación de granos de cacao (Theobroma cacao l, clon: CCN-51). https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2550

Yoshida, T., Hatano, T., & Ito, H. (2005). Chapter Seven - High Molecular Weight Plant Poplyphenols (Tannins): Prospective Functions. In J. T. Romeo (Ed.), *Recent Advances in Phytochemistry* (Vol. 39, pp. 163-190). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0079-9920(05)80008-5

Zambrano, G. (2018). *Evaluación de la influencia del proceso de beneficio del cacao (Theobroma cacao) CCN-51 de altura en su calidad final, mediante el análisis físico, físico-químico y sensorial* Quito: UCE]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16624

ANEXOS

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Cacao (*Theobroma cacao* L.)

Es una planta de fase perenne (periodo de vida más de 2 años), contiene 20 cromosomas que conforman su estructura, es de polinización cruzada (el polen se transporta de una planta hacia otra) su reproducción es sexual (semilla) y asexual (ramas) (Esparza, 2017). El cacao es conocido como la vaina o fruto del cacao, se distingue por poseer una forma elipse, cada mazorca consta de unas 30 a 40 almendras cubiertas de cotiledones 29 blancos y su color puede variar según la especie (Andrade et al., 2019). La mazorca de cacao puede llegar a tener un tamaño de 15 a 25 centímetros con un peso de hasta 1 kilogramo. De los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.), se extraen los sólidos y la manteca de cacao ´para poder elaborar subproductos (Montes, 2016).

Figura 5: Taxonomía del cacao

Reino	**Plantae**
Tipo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Sterculiaceae
Genero	*Theobroma*
Especie	*cacao* L.

Fuente:(Ramos et al., 2020).

5.1.1 Características

- **Calidad**

Manejo adecuado del cultivo y las buenas prácticas de post-cosecha (fermentado y secado) (Llerena, 2016).

- **Influencia genética**

Alto grado de polinización cruzada (95%), existe la posibilidad de auto polinizarse y

la mayor parte del material genético es heterocigoto (Zambrano, 2018).

- **Influencia ambiental**

El cacao no soporta bajas temperaturas, con un límite de temperatura media anual de 21 ºC, es difícil cultivar cacao satisfactoriamente a temperaturas más bajas. Los extremos de temperaturas muy altas provocan cambios fisiológicos en el árbol, por lo que es un cultivo que debe tener sombra para que los rayos del sol no le afecten directamente con el aumento de la temperatura (Loureiro et al., 2017).

- **Cosecha**

La condición de la mazorca depende de varios factores, adecuada madures, libre de plagas de insectos, enfermedades, daños mecánicos entre otros (López et al., 2020).

- **Madurez del fruto**

La madures de la mazorca debe estar en óptimas condiciones para que el proceso de fermentación se realice en menor tiempo. La mazorca que no esté aun madura no genera totalmente los jugos de hilio (baba de cacao mucílago). Por otra parte, la sobre maduración trae consigo roedores, daños, enfermedades. Bajo esta naturaleza las semillas no sirven para la fermentación o para el proceso de elaboración de un subproducto (Abad et al., 2021).

- **Sanidad de la mazorca**

La mazorca no debe poseer ninguna enfermedad y debe estar libre de podredumbre, para no alterar el sustrato de la fermentación y que los microorganismos y levaduras se desarrollen con normalidad en el proceso de la fermentación (Anzules & Pazmiño, 2022)

- **Tiempo entre cosecha**

Algunos técnicos sugieren apilar las mazorcas maduras para que ocurra la fermentación en 2 o 3 días, de manera que la mazorca pierda la mayor parte de agua y menos jugo, lo que favorece el inicio de la fermentación y el aumento de la temperatura. De esta forma las almendras tendrán 40% del azúcar del mucilago un 50% del volumen y un 4% de humedad de pulpa. A través de un buen tiempo de cosecha se llega a obtener una fermentación de calidad con mejoras en la acidez de las almendras (Chávez & Carbo, 2019).

- **Apertura de la mazorca**

Depende de cómo se separe la mazorca, debe realizarse sin dañar el grano por corte o trituración (corte manual). También se debe tener cuidado al separar la cáscara de la almendra, para permanecer limpios sin placentas ni conchas, ya que estos residuos afectan la fermentación y la calidad (Dueñas, 2021).

- **Transporte del cacao en baba al fermentador**

Se lo realiza con mayor precaución para prevenir la contaminación con tierra, pasto, desperdicios, heces de animales etc. Para evitar lo anterior es recomendable contar con un sitio apropiado de cemento o madera para evitar la contaminación. El recipiente debe estar limpio y en un lugar libre de roedores o animales de granja (Vílchez, 2016).

- **Sistemas de fermentación**

Es el proceso más importante para la obtención del producto final, existen innumerables formas y recipientes para fermentar el cacao. Para la fermentación se utiliza el método de montón o cajas(Ordoñez et al., 2020). El tiempo de fermentación es de 3 a 4 días. Esto varía según el material genético que se posea (Barragán, 2019).

5.2 Bebida fermentada de cacao

Es importante recalcar que las primeras aplicaciones del cacao (*Theobroma cacao* L.*)* registradas se encontraron en América del Sur, desde las cuencas del Orinoco y Amazonas hasta regiones de Costa Rica. (Ocaña, 2020).Se cree que la primera preparación de la bebida que los humanos tomaban comenzó con la fermentación de las frutas donde habitantes de la amazonia usaron las partes más carnosas de la mazorca del cacao para emplearla en una bebida fermentada(Landero, 2014).La obtención de una bebida fermentada de cacao abarca una etapa importante en el procesamiento de los granos de la mazorca de cacao, ya que ocurren cambios bioquímicos que producen precursores de aroma y sabor que determinan sus cualidades físicas y químicas (Goyes, 2020). Entre los cambios bioquímicos, los compuestos fenólicos conducen al desarrollo de una pigmentación marrón, que indica la fermentación de los granos de cacao(Guevara, 2017). Además, el contenido de precursores sensoriales como los polifenoles y alcaloides (cafeína y teobromina) y la acidez volátil (resaltando el ácido acético) detallando la calidad del cacao (Solórzano et al., 2021).

Las bebidas de cacao fermentado son una tendencia creciente en la industria de

alimentos y bebidas. Pero, en general, todas las fermentaciones del cacao siguen un proceso similar, incluidas las fases anaeróbica y aeróbica (Orozco, 2021).Los detalles de cada etapa están influenciados por una gran cantidad de factores, como la madurez de la vaina, el clima y las condiciones ambientales, la calidad de la vaina y el tamaño del lote, etc. En cambio, la levadura, las bacterias y las enzimas fermentan la jugosa pulpa blanca (o "baba") que rodea los granos de cacao (Cantú, 2021).

5.3 Composición química de la bebida fermentada de cacao

La fermentación provoca la migración, lo que reduce el contenido total de minerales y es beneficiosa para reducir los metales pesados potenciales como Pb y Ni, en aproximadamente un 60 % y un 50 %, respectivamente, a un pH de 4,84 (Preza). Debido a la penetración de los ácidos orgánicos en los granos, la movilidad de los minerales aumenta a medida que disminuye el pH. La alta biodisponibilidad de Mn, Ca, Fe y Zn se observó en los días 5 y 6. Además de desarrollar precursores del sabor, los resultados sugieren que fermentar los granos de cacao hasta su día óptimo reduce el riesgo de metales pesados y mejora positivamente la biodisponibilidad de los minerales necesarios para la nutrición humana (Millena et al., 2023).

5.4 Compuestos bioactivos

El cacao es rico en flavanoles, que tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias(Gómez et al., 2011). Los flavonoles del cacao tienen efectos antidiabéticos en cultivos celulares al promover la función y la supervivencia de las células β pancreáticas. Se consideran pertenecientes a tres grupos básicos con un núcleo flavonoide común: catequinas (37%), antocianinas (4%) y proantocianidinas (58%) (Veliz, 2019).

Hay que tener en cuenta que los flavanoles como la catequina y la epicatequina, son los monómeros más abundantes en muchas frutas y verduras. Han sido estudiados, principalmente, por sus efectos antioxidantes, es decir, como captadores de radicales libres, ya que regulan el estado redox celular, lo que los hace buenos agentes preventivos contra el daño oxidativo a las células (Murillo et al., 2020).

Otro flavanol importante, la proantocianidina B2 presente en el cacao, es un poderoso antioxidante que, al igual que otros flavonoides, tiene la capacidad de eliminar o neutralizar los radicales libres y prevenir su formación. Además, ciertos flavanoles actúan

inhibiendo la actividad y/o inhibiendo la expresión de enzimas prooxidantes como la xantina oxidasa y la NADPH oxidasa (Cienfuegos, 2016).

Alcaloides: Los alcaloides son compuestos orgánicos heterocíclicos que se consideran parte de "una gran familia de más de 15.000 metabolitos secundarios nitrogenados que se encuentran en aproximadamente el 20% de las especies de plantas vasculares"(Loyola et al., 2004).

La teobromina (3,7-dihidro-3,7-dimetil-1Hpurina-2,6-diona) es el principal alcaloide de purina que se encuentra en el árbol del cacao y sus semillas y cáscaras, y pertenece a una clase de moléculas de alcaloides conocidas como metilxantinas(Vázquez et al., 2016).

Otra metilxantina (1,3,7 trimetilxantina) de sabor amargo y mayor potencia que la teobromina es la cafeína. Se encuentra en muchas plantas, incluidos los granos de té y café, y es soluble en agua, alcohol, cloroformo y éter. La teofilina (1,3-dimetilxantina) tiene un efecto más fuerte sobre el sistema nervioso y tiene un sabor amargo(González et al., 2019).

La cafeína es más potente que la teobromina, se disuelve en agua caliente, alcohol y es solo parcialmente soluble en éter y cloroformo. En cantidades pequeñas e indetectables en algunas variedades de cacao, la teofilina es una metilxantina presente en esta planta(Ramírez et al., 2013).

5.5 Levaduras presentes en el mucílago

La fermentación anaeróbica inicial toma de 24 a 48 horas, una vez iniciado el proceso, varios géneros de levaduras, entre ellas: *Candida, Hanseniospora, Saccharomyces, Kloeckera, Pichia, Kluyveromyces* y otras silvestres presentes en el ambiente, en el mismo cacao la microflora predominante degrada azúcares y otros carbohidratos más complejos en el mucílago, produciendo principalmente alcohol y dióxido de carbono como metabolitos, la microflora crece exponencialmente, ya que inicialmente la masa se airea lo suficiente para que las levaduras se reproduzcan (Morales, 2022).