UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES EXTRAÍDOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DEL CAFÉ ROBUSTA.

AUTOR(ES):

Silvana Lorena Tapia Poveda
Marjorie Haylis Quevedo Ruiz

DOCENTE - TUTOR:

Dra. Ana Lucia Chafla Moina

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

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	Cumplió con los requisitos
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	Cumplió con los requisitos
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	Cumplió con los requisitos
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	Cumplió con los requisitos
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	Cumplió con los requisitos

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	Cumplió con los requisitos
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumplió con los requisitos
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	Cumplió con los requisitos
VALORACIÓN TOTAL	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,

Firmado electrónicamente por:
AMAURY PEREZ

Amaury Pérez Martínez
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 05 días del mes de agosto de 2022

FORMATO 4

APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

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 requerido
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	Se ha mejorado la redacción. Se podría mejorar la exposición de la conclusión planteada en esta sección detallando porque se manifiesta que el método de extracción solido-liquido mediante ultrasonido es el más utilizado
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	Se ha corregido lo solicitado.
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	En este apartado debe mejorar la redacción

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	Se ha corregido lo solicitado
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	En la redacción de este apartado si bien se ha considerado dar mas detalle de la investigación documental, pero falta aún concretar la idea central de la discusión de sus resultados en función de 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	Se ha corregido lo solicitado
VALORACIÓN TOTAL	96	

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

Josselyn Paulina Pico Poma
1724332117

Dado en la ciudad de Puyo, a los 11 días del mes de agosto de 2022

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

Puyo, 04 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Tapia Poveda Silvana Lorena, con C.I. 2200534986 con el Tema: "Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta", de la carrera de Agroindustria. Docente-directora del Trabajo de Integración Curricular, Dra. Ana Lucia Chafla, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 04 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANA LUCIA CHAFLA

Dra. Ana Lucia Chafla
Docente-directora del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta. _V2.docx (D142665842)
Submitted	2022-08-05 00:48:00
Submitted by	
Submitter email	agi2015218@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	achafla.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**1475208919_713__Proyecto_Funcionales_Douglas_Corregido.docx** Document 1475208919_713__Proyecto_Funcionales_Douglas_Corregido.docx (D22076522)	1
SA	**Version_Final_LIBRO_POSCOSECHA_ROBUSTA_Nov_11_2019.docx** Document Version_Final_LIBRO_POSCOSECHA_ROBUSTA_Nov_11_2019.docx (D60963239)	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Revisión Bibliográfica del procesamiento de café artesanal en el Ecuador_V2.docx** Document Revisión Bibliográfica del procesamiento de café artesanal en el Ecuador_V2.docx (D142645795) Submitted by: agi2017102@uea.edu.ec Receiver: mcastelo.uea@analysis.urkund.com	2
SA	**1608519374_5__Polifenoles.docx** Document 1608519374_5__Polifenoles.docx (D90342875)	1
SA	**TESIS AC CLOROGENICO_Urkund.docx** Document TESIS AC CLOROGENICO_Urkund.docx (D35020263)	1
SA	**PROYECTO HIPOLITO.pdf** Document PROYECTO HIPOLITO.pdf (D35061799)	1
W	URL: https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81357541011/81357541011.pdf Fetched: 2019 12-15 22:06:39	3

Entire Document

Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta. Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial Resumen La producción de café se centra en dos grandes especies: Coffea arábica (Café arábica) y la especie coffea canephora (café robusta), destacándose como un café de alta calidad la especie café arábica con el 56,6% de la producción total; mientras que el café robusta representa el 43,4 %, y se caracteriza por ser un café de calidad más rústica, fácil de producir, por tanto, comercializado a menor precio. Durante su proceso de beneficiado se aprovecha

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

Puyo, 04 de agosto de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a la estudiante: Quevedo Ruiz Marjorie Haylis, con C.I. 1600472961001 con el Tema: "Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta", de la carrera de Agroindustria. Docente-directora del Trabajo de Integración Curricular, Dra. Ana Lucia Chafla, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 6%, Informe generado con fecha 04 de agosto de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANA LUCIA CHAFLA

Dra. Ana Lucia Chafla
Docente-directora del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal

Document Information

Analyzed document	Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta. _V2.docx (D142665842)
Submitted	2022-08-05 00:48:00
Submitted by	
Submitter email	agi2015218@uea.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	achafla.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**1475208919_713__Proyecto_Funcionales_Douglas_Corregido.docx** Document 1475208919_713__Proyecto_Funcionales_Douglas_Corregido.docx (D22076522)	1
SA	**Version_Final_LIBRO_POSCOSECHA_ROBUSTA_Nov_11_2019.docx** Document Version_Final_LIBRO_POSCOSECHA_ROBUSTA_Nov_11_2019.docx (D60963239)	1
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Revisión Bibliográfica del procesamiento de café artesanal en el Ecuador_V2.docx** Document Revisión Bibliográfica del procesamiento de café artesanal en el Ecuador_V2.docx (D142645795) Submitted by: agi2017102@uea.edu.ec Receiver: mcastelo.uea@analysis.urkund.com	2
SA	**1608519374_5__Polifenoles.docx** Document 1608519374_5__Polifenoles.docx (D90342875)	1
SA	**TESIS AC CLOROGENICO_Urkund.docx** Document TESIS AC CLOROGENICO_Urkund.docx (D35020263)	1
SA	**PROYECTO HIPOLITO.pdf** Document PROYECTO HIPOLITO.pdf (D35061799)	1
W	URL: https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81357541011/81357541011.pdf Fetched: 2019 12-15 22:06:39	3

Entire Document

Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta. Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial Resumen La producción de café se centra en dos grandes especies: Coffea arábica (Café arábica) y la especie coffea canephora (café robusta), destacándose como un café de alta calidad la especie café arábica con el 56,6% de la producción total; mientras que el café robusta representa el 43,4 %, y se caracteriza por ser un café de calidad más rústica, fácil de producir, por tanto, comercializado a menor precio. Durante su proceso de beneficiado se aprovecha

Revisión Bibliográfica del contenido de antioxidantes extraídos de los residuos sólidos del café robusta.

Tapia Poveda Silvana Lorena[1]
agi2015218@uea.edu.ec
Quevedo Ruiz Marjorie Haylis[1]
agi2015111@uea.edu.ec
Chafla Moina Ana Lucia[1]
achafla@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Agroindustrial

Resumen

La producción de café se centra en dos grandes especies: *Coffea arábica* (Café arábica) y la especie *coffea canephora* (café robusta), destacándose como un café de alta calidad la especie café arábica con el 56,6% de la producción total; mientras que el café robusta representa el 43,4 %, y se caracteriza por ser un café de calidad más rústica, fácil de producir, por tanto, comercializado a menor precio. Durante su proceso de beneficiado se aprovecha aproximadamente el 9,5% del peso del fruto seco, y el 90,5% queda en forma de residuo por lo que se convierten en un problema ambiental debido a la disposición final de estos residuos que contaminan los cuerpos de: aguas superficiales, subterráneas y los suelos, por tal motivo el objetivo de la presente investigación de revisión bibliográfica se enfoca en el aprovechamiento de los residuos de café para la extracción de antioxidantes obtenidos del café pertenecientes a la Amazonía. Mediante una investigación bibliográfica en diferentes motores de búsqueda se recopilo 32 artículos referentes al tema de investigación utilizando palabras clave: café robusta, antioxidantes café entre otros, para su respectivo análisis y discusión de resultados, enfocados en la extracción de antioxidantes de los residuos del café por diferentes métodos de extracción convencionales y no convencionales, donde el método de extracción solido-liquido mediante ultrasonido es el más utilizado, además de ser diez veces más efectiva.

Palabras clave: residuos, café, polifenoles, antioxidante.

Abstract

Coffee production focuses on two major species: Coffea arábica (Arabica coffee) and the species coffea canephora (robusta coffee), standing out as a high quality coffee, standing out as a high quality coffee species Arabica coffee with 56.6% of the total production; while robusta coffee accounts for 43.4%, and is characterized by being a more rustic quality coffee, easy to produce, therefore, marketed at a lower Price. During its beneficiation process, approximately 9.5% of the weight of the nut is used, and 90.5% remains in the form of waste, so it becomes an environmental problem due to the final disposal of this waste that contaminates the bodies of: surface water, groundwater and soils, for this reason, the objective of this literature review research focuses on the use of coffee waste for the extraction of antioxidants obtained from coffee belonging to the Amazon. Through a bibliographic research in different search engines, 32 articles referring to the research topic were collected using keywords: robusta coffee, coffee antioxidants among others, for their respective analysis and discussion of results, focused

on the extraction of antioxidants from coffee residues by different conventional and unconventional extraction methods, where the solid-liquid extraction method by ultrasound is the most used, in addition to being ten times more effective.

Keywords: residues, coffee, polyphenols, antioxidant.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la producción de café se centra en dos grandes especies: *Coffea arábica* (Café arábica) y *C. canephora* (café robusta), destacándose como un café de alta calidad la variedad arábiga con el 56.6% de la producción total. El café robusta representa el 43,4 %, y se caracteriza por ser alta calidad más rústica (Romero, 2019). Por otro lado en el Ecuador la superficie cafetalera de la especie robusta; es de alrededor de 240.00 hectáreas, de las cuales el 67% están cultivadas principalmente en las provincias de Orellana, Sucumbíos y Napo, donde prevalece un clima tropical húmedo, representando el 70% de la producción nacional de esta especie (Fernández, 2017). La zona de mayor producción de la Amazonía en cuanto a los cultivos de café se da principalmente en la provincia de Orellana, la misma que presenta un potencial de crecimiento de café robusta de 117.800 hectáreas, y se estima que por cada hectárea se cosecha 20 quintales de café pilado (Ministerio de Agricultura y ganadería, 2016). Durante la época de cosecha del fruto del café se presentan pérdida de hoja, y en la fase del beneficio se genera la pulpa de la cual solamente se utiliza 9,5% del peso del fruto seco y el 90,5% queda en forma de residuo (Rodríguez, 2017).

Los residuos de café se consideran ricos en nutrientes bioactivos como la cafeína, taninos, alcaloides y polifenoles. El gran contenido de polifenoles y flavonoides lo hace un residuo esencial para la utilización del compuesto bioactivo, debido a que estos compuestos muestran varias actividades biológicas (Conde & Mussatto, 2016). También se han descrito varias aplicaciones para los polifenoles en la industria alimentaria, incluso como agentes antimicrobianos y para prevenir el deterioro de los alimentos. Sin embargo, la mayor parte de la atención se presta para su aplicación en el área farmacéutica, debido a los beneficios que pueden promover para la salud humana, beneficios relacionados con su efecto antioxidante. Las propiedades antioxidantes de los residuos del café se pueden atribuir a la presencia de ácidos clorogénicos (Fonseca, Calderón & Rivera, 2014). Por otra parte los antioxidantes son moléculas con la capacidad de retardar y prevenir la oxidación de un sustrato oxidable, actuando como donador de electrones en todos los seres que requieren el oxígeno para conseguir energía, expulsando radicales libres. Los niveles bajos de los mismos, o la inhibición de las enzimas antioxidantes causan estrés oxidativo y pueden dañar o matar las células (Herrera, 2016).

La generación de los residuos sólidos derivados de esta actividad económica se está convirtiendo en una problemática debido a la disposición final de estos residuos que contaminan los cuerpos de aguas tanto subterráneas como superficiales; y suelos (Suárez, 2012). Por tal razón se busca alternativas que permitan dar valor agregado al residual como es el compostaje, biocombustible, etanol, papel y la obtención de compuestos fenólicos (Suárez, 2012). Por tal motivo el objetivo de la presente investigación es analizar mediante revisión bibliográfica el aprovechamiento de los residuos agroindustriales del café robusta como una fuente alternativa de antioxidantes y su potencial aplicación en productos de interés para el sector alimenticio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

5.4 Tipo de investigación.

Para la investigación del presente proyecto se realizó mediante la aplicación de una investigación documental y a partir de la revisión bibliográfica se estructuró el trabajo.

5.5 Investigación descriptiva.

A través de la investigación descriptiva se basó principalmente en el aprovechando de los residuos sólidos del café entre los aspectos de los antioxidantes y sus relaciones con el objeto de estudio, lo que permitió identificar el problema de la investigación y las variables como los polifenoles totales, flavonoides, fenoles, ácidos clorogénico y vitaminas enfocado a la determinación de su contenido.

5.6 Métodos de la investigación

Para fundamentar y sistematizar las bases teóricas de la investigación bibliográfica, se utilizaron artículos científicos en revistas indexadas, tesis de maestría y doctorales, libros, manuales, entre otros. Así como para la búsqueda de la información se consideró bibliotecas electrónicas, bases de datos y motores de búsqueda de información científica como: Google Académico, Science Direct, Scielo, Wed of Science.

La búsqueda se realizó considerando las palabras clave: café robusta, antioxidantes café, polifenoles en residuos de café, residuos de café robusta. Se seleccionaron investigaciones de fuentes bibliografías de los últimos cinco años y máximo de diez años, la cobertura geográfica en la que se centró la investigación fue a nivel de Ecuador y América Latina.

Para el análisis y discusión de los resultados de la investigación para la determinación del contenido de antioxidantes presentes en los residuos del café robusta, se tomó en consideración la metodología propuesta por (Moreno et al., 2018), para lo cual se realizó una matriz comparativa basada en:

- Autor
- Método de beneficio del café robusta

- Porcentaje de residuos de café generados del beneficio
- Método de extracción de antioxidantes de los residuos en estudio
- Contenido de Antioxidantes en los residuos del café

3. RESULTADOS Y DISCUSION.

Fuentes bibliográficas utilizadas

La investigación documental se realizó con un total de treinta y dos artículos de investigación científica de diferentes fuentes bibliográficas. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1, los mismos que fueron encontrados en el meta-buscador google académico, mismos documentos comprendidos entre los años desde el 2010 al 2021.

Tabla 1 porcentajes de los motores de búsqueda.

Fuentes Bibliográficas	Porcentaje (%)
Revistas Indexadas	50%
Repositorio de maestría	20%
Repositorios doctorales	20%
Libro	10%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia

3.1 Antioxidantes en los residuos de café robusta

Mediante el análisis, catorce de estos artículos fueron utilizados ya que contenían la información basada en la extracción de antioxidantes. En la tabla 2 se describen los autores, método de extracción y el porcentaje de antioxidantes.

Tabla 2. Contenido de Antioxidantes de los residuos sólidos del café robusta.

Autor	Método de extracción	Antioxidantes
(Gutiérrez, 2020)	Sólido-líquido	Ácido clorogénico. Antocianinas.
	Sólido-líquido	(Ácido 5-cafeoilquínico (5-CQA). Cianidina 3-rutinósido (C3R).
(Sagredo, 2020)	Microondas	Fenoles totales 1.94mg /g
(Chacua y Rodríguez, 2018)	Sólido-líquido	Polifenoles.
(Gonzáles y Martín, 2020)	Sólido-líquido	Polifenoles.

(Santos, 2021)	Sólido-líquido (SUPRAX + Vórtex)	Ácidos clorogénicos 0.119mg/g. Cafeína 0.764 mg /g.
	Sólido-líquido (Agua + Vórtex)	Ácidos clorogénicos, 0.940mg/g. Cafeína 0.828 mg /g.
	Ultrasonido (t_{amb})	Ácidos clorogénicos 1.154mg/g. Cafeína 0.972 mg /g.
	Ultrasonido (50ºC)	Ácidos clorogénicos, 1.032mg/g. Cafeína 0.830 mg /g.
(Mussatto et al., 2011)	Solventes	Polifenoles totales 16mg/g.
(Andrade et al., 2012)	Soxhlet	Polifenoles totales 151 mg/g.
(Zuorro y Lavacchia, 2012)	Sólido-líquido	Polifenoles totales 19.98mg/g
(Bravo et al., 2012)	Solventes	Cafeína 13.24mg/g
(Pavlović et al., 2013)	Microondas	Polifenoles totales 398.95mg/g.
(Yoo DE et al., 2015)	Ultrasonido	Flavonoides totales 15mg/g. Ácidos clorogénicos 18mg/g.
(Xu H et al., 2015)	Agua subcrítica	Polifenoles totales 56.6mg/g.
(Jiménez et al., 2015)	Solventes	Melanoidinas 25g/g.
(Shang et al., 2017)	Líquidos presurizados	Cafeína 9.2mg/g, Ácido ascórbico 10-28mg/g.

Fuente: Elaboración propia

Discusión

El contenido de antioxidantes de los residuos sólidos del café robusta es variado, de los autores estudiados, estos utilizaron diferentes métodos de extracción. En primera instancia tenemos la extracción por sólido-liquido donde Gutiérrez (2020); Chacua y Rodríguez (2018); Gonzáles y Martín (2020) no menciona la cantidad de antioxidantes obtenidos; por otra parte, Santos (2021) utilizando SUPRAX + Vórtex obtuvo ácidos clorogénicos 0.119 mg/g y cafeína 0.764 mg/g. Siendo estos valores inferiores con respecto a la utilización de Agua + Vórtex dando ácidos clorogénicos, 0.940 mg/g y

cafeína 0.828 mg/g. En cambio, Zuorro y Lavacchia (2012) utilizando el mismo método de extracción obtuvo 19.98 mg/g en polifenoles totales.

Por otra parte, la extracción por microondas donde Sagrado (2020) menciona que obtuvo 1.94 mg/g en Fenoles totales; en cambio Pavlović et al. (2013) obtuvo 398.95 mg/g de polifenoles totales. Por ultrasonido Santos (2021) a temperatura ambiente obtuvo en ácidos clorogénicos 1.154 mg/g y cafeína 0.972 mg/g; Yoo DE et al. (2015) menciona que sus resultados fueron flavonoides totales 15 mg/g y ácidos clorogénicos 18mg/g. La extracción utilizando solventes Mussatto et al. (2011) menciona que obtuvo polifenoles totales 16 mg/g; por otra parte, Bravo et al. (2012) da conocer valores de cafeína 13.24 mg/g y Jiménez et al. (2015) da resultados de melanoidinas 25 g/g.

Andrade et al. (2012) utilizando el método de extracción por Soxhlet obtuvo polifenoles totales 151 mg/g; Xu H et al. (2015) por el método de agua subcrítica obtuvo polifenoles totales 56.6 mg/g y Shang et al. (2017) por la extracción de líquidos presurizados obtuvo valores de cafeína 9.2 mg/g, y ácido ascórbico 10-28mg/g. Algunos autores no mencionan los valores de los antioxidantes ya que estos simplemente se enfocaron en aplicar métodos de extracción.

4 CONCLUSIONES

El presente trabajo de revisión bibliográfica enfocada en la extracción de antioxidantes de los residuos del café robusta, se procedió a realizar la búsqueda en el metabuscador google académico, siendo este el más utilizado en investigaciones en diferentes campos, documentos que permitieron recopilar y dar a conocer los diferentes métodos de extracción convencionales y no convencionales, donde se puede tener diferentes resultados basado en las variaciones de metodologías de los autores estudiados, ya que se utilizan diferentes tratamientos y temperaturas, lo cual sería una ventaja o desventaja en el rendimiento para la obtención de antioxidantes, aunque hay que tener en cuenta que la materia prima (residuo de café) puede variar su composición química o verse afectado antes de iniciar el proceso de extracción de agentes antioxidantes, por factores de tiempo y ambiente. Por otra parte, de todos los métodos mencionados en esta investigación, la separación solido-liquido mediante ultrasonido es la mejor opción para extraer polifenoles de los residuos del café robusta porque es diez veces más efectiva.

REFERENCIAS

Abrego, C. (2012). Manual para la producción orgánica del café Robusta. mida.gob.pa. ISBN:9708-9962-8889-8-7.

Andrade, K. S., Gonçalvez, R. T., Maraschin, M., Ribeiro-do-Valle, R. M., Martínez, J., & Ferreira, S. R. (2012). Supercritical fluid extraction from spent coffee grounds and coffee husks: Antioxidant activity and effect of operational variables on extract composition. Talanta, 88, 544-552.

Bravo, J., Juaniz, I., Monente, C., Caemmerer, B., Kroh, L. W., De Peña, M. P., & Cid, C. (2012). Evaluation of spent coffee obtained from the most common coffeemakers as a source of hydrophilic bioactive compounds. Journal of agricultural and food chemistry, 60(51), 12565-12573.

Bustamante-Adum, C. J. (2014). Determinación de la compatibilidad genética en nueve materiales superiores de café robusta (Coffea canephora L.).

Chacua-Mojica, D., & Rodríguez Martínez, M. A. (2018). Evaluación de los polifenoles extraídos a partir de residuos de Coffea Arabica, para la producción de un coagulante natural (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

Conde, T. y Mussatto, SI (2016). Aislamiento de polifenoles de posos de café y cascarilla de plata mediante pretratamiento hidrotermal suave. Bioquímica preparativa y biotecnología, 46 (4), 406-409.

Corredor, Y. A. V., & Pérez, L. I. P. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 59-72.

Cury, K., Aguas, Y., Martinez, A., Olivero, R., & Ch, L. C. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, 9(S1), 122-132.

Fernández, F. (Mayo de 2017). Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo del cultivo de café Robusta (Coffea canephora P.). En H. Huaraca (Ed.). Orellana-Ecuador.

Figueroa-Hernández, E., Pérez-Soto, F., Godínez-Montoya, L., & Perez-Figueroa, R. A. (2019). Los precios de café en la producción y las exportaciones a nivel mundial. Revista mexicana de economía y finanzas, 14(1), 41-56.

Fonseca, L., Calderon, J., S, L., & Rivera, M. (2014). Capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales en café y subproductos del café producido y comercializado en norte de santander (colombia). Vitae, 21(3), 228-236.

González Gachancipá, J. D., & Martín Zarta, V. (2020). Evaluación de la extracción de lípidos presentes en la borra de café utilizando un solvente alternativo (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

Guambi, L. A. D., Moreano, J. A., Talledo, D. S. F., & Cedeño, S. D. R. V. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(2).

Gutiérrez Matamoros, S. Evaluación del proceso de extracción con soluciones de etanol, de un subproducto del procesamiento industrial de café, para obtener un extracto de antocianinas y ácido clorogénico.

Herrera Rincón, FR (2016). Obtención de antioxidantes a partir del epicarpio de café (coffea arabica l.) Empleando fluidos presurizados, una alternativa de aprovechamiento para este residuo agroindustrial.

Jiménez-Zamora, A., Pastoriza, S., & Rufián-Henares, J. A. (2015). Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. LWT-Food Science and Technology, 61(1), 12-18.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). Orellana y Sucumbíos tienen más hectáreas sembradas de café robusta. agricultura.gob.ec.

Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S., & Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral, 11(3), 184-186.

Mussatto, S. I., Machado, E., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. Food and Bioprocess Technology, 4(5), 661-672.

Pavlović, M. D., Buntić, A. V., Šiler-Marinković, S. S., & Dimitrijević-Branković, S. I. (2013). Ethanol influenced fast microwave-assisted extraction for natural antioxidants obtaining from spent filter coffee. Separation and Purification Technology, 118, 503-510.

Pérez Soto Francisco., Godínez Montoya Lucila. & Figueroa Hernández, Esther (2011). La producción y el consumo del café.

Puerta, G. I. (2015). Buenas prácticas para la prevención de los defectos de la calidad del café: Fermento reposado fenólico y mohoso. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Rodrìguez, N. (2017). Manejo de residuos en la agroindustria cafetera. Seminario internacional gestion integral de los residuos sòlidos y peligrosos,siglo XXI, 10.

Romero, J. M., & Camilo, J. (2019). Manual de producción sostenible de café en la República Dominicana.

Rossetti, L. (2015). Diferenciación de leche y productos lácteos enriquecidos naturalmente en compuestos antioxidantes (Doctoral dissertation, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires).

Sagredo Acitores, M. (2020). Recuperación de compuestos con propiedades antioxidantes a partir de residuos de la industria del café.

Santos Lopes, L. D. (2021). Extracción de ácido clorogénico y cafeína a partir de posos de café.

Saona, K. (2021). "Estudio de la producción y comercialización del cultivo de café (Coffea spp.) en el Ecuador, en los últimos veinte años". Trabajo de titulaciòn componente práctico del examen de grado de carácter complexivo en la Universidad Tècnica de Babahoyo. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador.

Shang, Y. F., Xu, J. L., Lee, W. J., & Um, B. H. (2017). Antioxidative polyphenolics obtained from spent coffee grounds by pressurized liquid extraction. South African Journal of Botany, 109, 75-80.

Suárez Agudelo, J. (2012). Aprovechamiento de los residuos sòlidos provenientes del beneficio del cafè, en el municipio de Betania Antioquia:usos y aplicaciones. Corporaciòn universitaria Lasallista, 56. Caldas- Antioquia

Valenzuela, C., & Pérez, P. (2016). Actualización en el uso de antioxidantes naturales derivados de frutas y verduras para prolongar la vida útil de la carne y productos cárneos. Revista chilena de nutrición, 43(2), 188-195.

Xu, H., Wang, W., Liu, X., Yuan, F., & Gao, Y. (2015). Antioxidative phenolics obtained from spent coffee grounds (Coffea arabica L.) by subcritical water extraction. Industrial Crops and Products, 76, 946-954.

Zuorro, A., & Lavecchia, R. (2012). Spent coffee grounds as a valuable source of phenolic compounds and bioenergy. Journal of Cleaner Production, 34, 49-56.

ANEXO

MARCO TEORICO

Generalidades de la producción de café en el Ecuador

En el Ecuador existe existen una gran variedad de formas de comercialización del café, que se determinan según el lugar de producción y el grado de transformación al que es sometido el grano. El café se puede comercializar bajo las siguientes modalidades: cereza, pergamino y café oro. Las distintas formas de venta por parte del productor están relacionadas con las tradiciones de la región y con sus características. Por ejemplo, el café del productor directo puede comercializar el café en cereza o pergamino, la decisión dependerá de que tan alejado o cercano este el productor de la zona de mercadeo, si está muy alejado dada la naturaleza del café cereza generalmente optan por comercializarlo como cereza y en caso de contar con la tecnología necesaria lo convierten en pergamino (Saona, 2021).

La Asociación Nacional de Exportadores de Café, estima que en la región costa se siembra 112,000 hectáreas (ha), en la sierra 62,000 ha, en la región amazónica 55.000 ha y en Galápagos 1.000 ha de cafetales, lo cual denota la gran importancia socioeconómica de los sectores. Principalmente por la producción de la especie robusta, que se caracteriza por ser un café de calidad más rústica Figura 1, fácil de producir y de mayor comercialización (Saona, 2021).



Figura 1. El café Robusta

Fuente: (Abrego, 2012)

6.1 Café robusta (*C. canephora*)

El café robusta (C. canephora) pertenece a la familia de las Rubiaceae, es una especie perenne diploide auto incompatible; es decir que el óvulo no puede fertilizarse con su propio polen y requieren polinización cruzada. La especie C. canephora se caracteriza por tener un alto contenido de cafeína que va de 1,3 a 5,2 por ciento de materia seca (Bustamante, 2014).

El café robusta es un arbusto más grande que el cafeto de arábica y su crecimiento es fácil y muy resistente de ahí le viene el nombre de robusta. Sus hojas son anchas, grandes

y de color verde pálido, sus flores son blancas y fragantes. Además, forman racimos mayores que los de arábica. Al contrario del arábica, el robusta es auto estéril, es decir, su óvulo no puede ser fertilizado con su propio polen por lo que necesita una polinización cruzada (Romero & Camilo, 2019)

Las cerezas son pequeñas, pero más numerosas en cada nudo que en el arábica, por lo tanto, es más productiva que la planta de arábica, tardan unos 10 u 11 meses para estar punto para la recolección, un plazo superior en dos meses más tarde que la planta de café arábica. El café robusta posee varias características útiles como una gran tolerancia al patógeno de la roya de la hoja, al barrenillo blanco del tallo y a la invasión de nematodos. Suele dar rendimientos muy constantes (Romero & Camilo, 2019)

6.1.1 Método del beneficio del café

Según Guambi et al. (2018) la transformación del café cereza a café pergamino se denomina beneficio del café este proceso es muy importante porque es un factor determinante en la calidad del café. Entre los métodos del beneficio se cita lo siguiente:
Beneficio por la vía seca: la transformación del café cereza a café natural. Este método se basa en la deshidratación de los frutos hasta obtener del 10 al 13 % de humedad del grano. Las envolturas del café "bola seca" se eliminan en una peladora, para dar como producto "café natural".

1. **Beneficio húmedo convencional**: Es un proceso de transformación del café cereza maduro al café pergamino húmedo que involucra: boyado, despulpado, fermentación y lavado. El café pergamino húmedo, luego del secado, se transforma en café pergamino seco, posteriormente se trilla y da como producto "café lavado" (Guambi et al., 2018).
2. **Beneficio húmedo enzimático:** Es un proceso de transformación del café cereza a café pergamino húmedo, usando enzimas pectolíticas (Granozime 100) que reducen el tiempo de fermentación del café despulpado, estos valores varian entre 17-25 horas a 21-30 minutos. Cuando el café es fermentado rápido se debe lavar con agua. La dosis del producto enzimático es 5 ml por cada 50 kilos de café cereza (Guambi et al., 2018).
3. **Beneficio semi-húmedo:** Este proceso involucra el despulpado y secado del "café con todo mucílago".obteniendo como producto un café semilavado, después de que el café pergamino seco haya sido trillado (Guambi et al., 2018).

6.1.2 Granos de baja calidad o defectuosos del café

Según (Puerta, 2015) los granos defectuosos se pueden originar desde el cultivo, principalmente por plagas como la broca del cafeto, sin embargo, la mayoría de los defectos del café resultan por un manejo inadecuado en el cuidado del cultivo. Generando en los granos deterioro en pocas horas y disminuyendo así su calidad, lo que conlleva a perdidas en el producto, muchos de estos defectos se dan en una o varias etapas.

6.2 Residuos del café

Según Chacua & Rodríguez (2018) menciona que, en el proceso de producción del café solamente es aprovechado el 5% del peso del fruto fresco para la preparación de la bebida

y el 95% sobrante son los residuos orgánicos. Se dividen en tres etapas de procesos que son:

A. La cáscara del café

Es la parte que envuelve el grano inmediatamente después de la capa mucilaginosa y representa alrededor de 12.0% del grano. Esta cascarilla constituye una excelente fuente de celulosa, y lignina, pentosanos, sílice y cenizas, así como otros compuestos en menor proporción (Pérez et al., 2021).

B. Pulpa del café

Es el primer producto que se genera en el procesamiento del fruto y representa en base húmeda el 43.58 (Suárez, 2012).

De la materia fresca de las cerezas representan el 61.0%, la pulpa, junto al mucílago adherido a los granos recién despulpados. La pulpa es rica en, proteínas, carbohidratos, minerales y contiene valores apreciables de cafeína, taninos, potasio y polifenoles. Y contiene alrededor de 23.0-27.0% sobre materia seca de azúcares fermentables, principalmente fructosa (10.0-15.0%), sacarosa (2.8- 3.2%) y galactosa (1.9- 2.4%) (Pérez et al., 2021).

C. Mucilago del café

Es la capa que está adherida fuertemente a la cáscara del grano del café, este tiene un espesor entre 0.5mm a 2mm. El mucílago representa alrededor del 14.85% del peso del fruto fresco. Por otra parte puede darse valores en volumen, siendo un kilogramo de café cereza no seleccionada, obteniendo valores de mucílago fermentado aproximadamente de 91 mililitros. Por otra parte, en su aspecto químico, el mucílago contiene agua, pectinas, azúcares y ácidos orgánicos (Figueroa, Pérez y Godínez, 2012).

6.2.2 Potencialidades de los residuos agroindustriales como fuente de antioxidantes

Las materias primas en el campo de la agroindustria son sometidas a diferentes procesos de transformación o adecuación que como producto final tendrá un nuevo valor agregado, implementando procesos unitarios requeridos para facilitar el consumo, generando como consecuencia una de las principales problemáticas ambientales en nuestro medio, la alta producción de residuos (Cury et al., 2017).

En algunos casos estos residuos son tratados hasta reducir el impacto negativo que su emisión, vertimiento o disposición pudiera generar; convirtiéndolos en un producto útil y de mayor valor dando soluciones a las diferentes problemáticas, mismas que generan ingresos adicionales. Actualmente las fábricas son reconocidas no solo por su capacidad de desempeño en el aspecto productivo sino también por su relación y por el compromiso con el medio ambiente, de tal manera que el cuidado genera una oportunidad y condición de permanencia (Cury et al., 2017).

Los residuos agroindustriales pueden generar una actividad económica que combina el proceso productivo agrícola con el industrial para obtener alimentos o materias primas semi-elaboradas destinadas al mercado. También se dice que constituye una parte del sector industrial que se dedica a producir, transformar, almacenar y comercializar productos provenientes del campo. El aprovechamiento de los residuos generados de los procesos de la agroindustria es una alternativa para reducir su impacto negativo en el ambiente y apoyar la sostenibilidad (Cury et al., 2017).

Los residuos agroindustriales más utilizados según recientes investigaciones, son los provenientes de las frutas, el bagazo de agave, un residuo de la producción de tequila la cachaza, el bagazo, la carbonilla, la paja y el cogollo, residuos de la agroindustria de la

caña de azúcar, la cascarilla de arroz, los desechos cítricos (bagazo y cáscara), la cáscara del plátano, los lodos, la zoca de café, la vinaza, el zuro de maíz, las pastas proteicas, el salvado, el suero, , los mostos residuales, los residuos de material verde (hojas, bagazo de frutas, cáscaras, tallos) (Corredor & Pérez, 2018).

Las características o composición química de los residuos agroindustriales dependen del proceso de transformación y de la materia prima utilizada. Sin embargo, los residuos agroindustriales son materiales lignocelulósicos; es decir, los contenidos de celulosa, hemicelulosa y lignina representan sus mayores porcentajes de composici A su vez, se establecen que la mayoría de frutas son alimentos que contiene compuestos fenólicos, demostrando su actividad antioxidante ya que contiene pigmentos especialemnete antociánicos; por tal motivo también debe contener sus residuos estos. Por otra parte, los residuos de críticos, mango, banano, uva, tomate, zanahoria y remolacha presentan en su composición ingredientes bioactivos. De igual forma, los residuos del café contienen su alto contenido en pectinas y antioxidantes (Corredor & Pérez, 2018).

Las moléculas como los antioxidantes son aquellas que tienen la capacidad de neutralizar, prevenir, retardar o reducir la oxidación, donde ocurre la entrega de electrones para estabilizar los componentes biológicos desapareados efecto causado por el ataque de los radicales libres (Corredor & Pérez, 2018).

Los antioxidantes naturales pueden ser compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), o carotenoides y ácido ascórbico. Tenemos antioxidante naturales, tales como las vitaminas C y E, los componentes como cripotoxantina, carotenos que son la zeaxantina, licopeno y luteína y diferentes compuestos fenólicos (flavonoides y no flavonoides), además que todos estos son compuestos pro-vitaminas. Los residuos agroindustriales han despertado gran interés por parte de la comunidad pública y científica (Corredor & Pérez, 2018).

6.3 Antioxidantes naturales utilizados en alimentos.

En productos cárneos se utiliza la incorporación de los antioxidantes permitidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos, en donde se establece su límite máximo de incorporación, entre los que a los componentes nombrados como: isoformas del ácido ascórbico también conocido como vitamina C, tocoferoles, BHT, BHA, GP, entre otros componentes. En estos productos se les da la integración de antioxidantes naturales siendo más sencillo debido que se añaden en forma de polvo a la formulación de la mezcla que les da su origen. Se puede apreciar que muchos alimentos o productos de consumo alimenticio para personas como las hamburguesas, embutidos, entre otros, los cuales durante su proceso de elaboración se les añadido antioxidantes naturales, mismo que vienen en presentaciones de polvo, el cual tiene como objeto disminuir o reducir las oxidación de las proteínas y lípidos. En estos productos es muy importante la adición de antioxidantes ya que tienen un mayor contenido de grasa que la carne fresca (Valenzuela & Pérez, 2016).

6.3.1 Antioxidantes en los alimentos: polifenoles.

Los alimentos para el destino de ganado deben contener compuestos como polifenoles, ya que son de interés en este campo. Estos compuestos tienen función antioxidante. Las moléculas tales como las bioactivas en estos componentes son las isoflavonas que se encuentran en las plantas unidos a carbohidratos. Algunas leguminosas (alfalfa y ciertos tréboles) Entre los forrajes que contienen niveles altos de isoflavonas. Pueden constituir hasta 2% de la materia seca en algunas especies de tréboles (Trifoluim purpureum) y se conservan bien con el ensilado. En el rumen, las formas activas daidzeína y

formononetina son transformadas en equol. Los polifenoles y los antocianos en general se encuentran polimerizados y de esa forma no son absorbidos en el intestino (Rossetti, 2015).

6.3.2 Aplicación de los Antioxidantes en la industria alimentaria

Uno de los mayores cambios que ocurren durante el proceso, distribución y preparación de los alimentos es la oxidación de lípidos, la que provoca cambios en el sistema alimenticio afectando su calidad nutricional, seguridad, color, olor, sabor y textura, con resultado final de rechazo por los consumidores (Corredor & Pérez, 2018).

Por ello, en la industria alimentaria se utilizan antioxidantes sintéticos para dar estabilidad al alimento, siendo el butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) y terbutilhidroxiquinona (TBHQ) los más comúnmente empleados para prevenir el deterioro oxidativo. Sin embargo, se ha encontrado que éstos pueden ser promotores de tumores y cáncer (Corredor & Pérez, 2018).

En el presente las industrias del sector agroalimentario enfrentan constantemente problemas a causa de la falta de una buena estabilidad de alimentos, los mismos que son producidos por la oxidación, por tal motico se da uso de los antioxidantes naturales puede resultar una alternativa. Tal es el caso del propóleos, ya que debido a su composición química es una fuente natural de antioxidantes (Corredor & Pérez, 2018).

Las propiedades antioxidantes del propóleos se deben a la actividad antiradical y al efecto inhibidor sobre iones metálicos que éstos poseen. Por otro lado, algunos estudios indican que ciertos flavonoides poseen acciones prooxidantes; sin embargo, este efecto sólo se observa cuando las concentraciones utilizadas son altas (Corredor & Pérez, 2018).